

Aus dem Institut für  
Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl: Univ.-Prof. Dr. A. Stolle

Arbeit angefertigt unter der Leitung von Frau PD Dr. B. Schalch

---

**Staphylokokken in Mund- und Nasenmasken von Mitarbeitern in der  
Hackfleischproduktion am Beispiel von zwei süddeutschen  
Schlacht- und Fleischverarbeitungsbetrieben**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von  
Ronja Schmitt  
aus Heidelberg

München 2006

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilian-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. E. P. Märtlbauer

Referentin: Priv.-Doz. Dr. B. Schalch

Korreferentin: Univ.-Prof. Dr. U. Matis

Tag der Promotion: 10. Februar 2006

**I. Abkürzungsverzeichnis**

AK	Antikörper
BP	Baird-Parker-Agar
CDC	Center of Disease Control and Prevention (USA)
dal	Dalton
ECD	<i>Escherichia-coli</i> -Direkt-Agar
FIHG	Fleischhygienegesetz
FIHV	Fleischhygiene-Verordnung
k. A.	keine Angaben
KbE	koloniebildende Einheiten
lg/log10	Logarithmus zur Basis 10
LMBG	Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-gesetz
MA	Mitarbeiter
NDSC	National Disease Surveillance Centre (Irland)
PC	Plate-Count-Agar
RKI	Robert Koch-Institut
SE	Staphylokokken-Enterotoxin
spp.	Spezies
subsp.	Subspezies
VO	Verordnung
VRB	Kristallviolett-Neutralrot-Galle-Agar ( <b>Violet Red Bile</b> )

## II. Inhaltsverzeichnis

<b>A</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>B</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>2</b>
1	Lebensmittelhygienisch relevante Bakterien.....	2
1.1	Staphylokokken .....	4
1.2	Enterobakteriazeen.....	4
1.2.1	<i>Escherichia coli</i> .....	4
2	Bedeutung und Eigenschaften der Staphylokokken .....	5
2.1	Klassifizierung der Staphylokokken .....	6
2.2	Genetik und Resistenzen bei Staphylokokken.....	6
2.3	Diagnostik von Staphylokokken und die Entwicklung der Diagnostik .....	7
3	Staphylokokken in Lebensmitteln: Wachstum und Inaktivierung .....	9
3.1	Enterotoxinbildende Staphylokokken.....	9
3.2	Produktion, Eigenschaften und biologische Aktivität von Enterotoxin.....	10
3.3	Die Staphylokokkentoxin-bedingte Lebensmittelvergiftung.....	12
4	Staphylokokken in Lebensmitteln tierischer Herkunft .....	17
5	Rechtliche Regelungen zur Herstellung von Hackfleisch.....	18
6	Mikrobiologische Kontamination von Fleisch und Hackfleisch.....	20
7	Beurteilung und Entwicklung der Methode zur Untersuchung auf koagulase- positive Staphylokokken nach der Amtlichen Sammlung zum § 35 LMBG.....	21
8	Die Mund-, Nasen- und Rachenflora des Menschen .....	24
8.1	Staphylokokken in der Nase: Vorkommen, Risiken und Maßnahmen .....	26
8.2	Unterschiedliche Einflussfaktoren für Staphylokokken und andere Bakterien.....	27
9	Staphylokokken und deren Toxine bei Personal im Lebensmittelbereich .....	29
10	Zum Mundschutz .....	32
10.1	Effizienz von Mehrweg- und Einwegmundschutzen.....	33
10.2	Vorschriften und Normen zum Thema Mundschutz.....	37
<b>C</b>	<b>Material und Methoden.....</b>	<b>38</b>
1	Die Hackfleischproduktionsbetriebe.....	38
1.1	Ablauf der Hackfleischproduktion und Mitarbeiterinsatz in Betrieb A.....	39
1.2	Zum Mundschutz .....	42
2	Methoden.....	45

2.1	Probennahme .....	45
2.1.1	Art der Probennahme und Vorbereitung der Proben .....	48
2.2	Probenuntersuchung .....	48
2.2.1	Staphylokokken .....	49
2.2.2	Gesamtkeimzahl und Enterobakteriazeen .....	50
2.3	Methode der statistischen Beurteilung.....	52
<b>D</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>55</b>
1	Allgemeine Beobachtungen zum Trageverhalten der Mundschutze .....	55
2	Ergebnisse bei den untersuchten Mundschutzen beider Betriebe .....	56
2.1.1	Gesamtkeimzahl .....	59
2.1.2	Koagulase-positive Staphylokokken .....	61
2.1.3	Enterobakteriazeen.....	63
2.2	Korrelationen zwischen den Keimgruppen .....	65
2.3	Auffallende Befunde einzelner Mitarbeiter .....	68
2.3.1	„Standardisierung 2“ (Mitarbeiter 22) .....	68
2.3.2	„Portionierer 2“ (Mitarbeiter 26).....	69
2.3.3	„Portionsübergabe 3“ (Mitarbeiter 29).....	71
2.4	Funktion der Mitarbeiter und Ergebnisse der Keimzahlen .....	71
2.5	Geschlecht der Mitarbeiter und Keimzahlen im Mundschutz .....	72
2.6	Betrachtung der Mitarbeiter von Betrieb A im Jahresverlauf.....	76
2.7	Zusammenfassende Auswertung der beiden Betriebe hinsichtlich der Keimzahlen im Mundschutz der Mitarbeiter .....	79
3	Mikrobiologische Befunde des zeitgleich hergestellten Hackfleischs.....	82
<b>E</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>84</b>
1	Besprechung der vorgenommenen mikrobiologischen Untersuchungen der Mundschutze und der statistischen Auswertung.....	84
1.1	Prävalenz der Staphylokokken in Mundschutz und Nasenflora .....	84
1.2	Betrachtung einzelner Mitarbeiter .....	86
1.3	Einflussfaktoren im Hinblick auf die Ergebnisse .....	86
2	Kontamination von Hackfleisch mit Staphylokokken.....	88
3	Der Mundschutz.....	88
4	Wechselseitige Beeinflussung zwischen den Mitarbeitern der Produktions- linie und dem Hackfleisch .....	90
5	Mögliche Maßnahmen gegen persistentes Trägertum von Staphylokokken..	91

6	Schlussfolgerung .....	92
<b>F</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>93</b>
<b>G</b>	<b>Summary .....</b>	<b>94</b>
<b>H</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>95</b>
<b>I</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>117</b>
1	Ergebnistabellen Betrieb A .....	117
2	Ergebnistabellen Betrieb B .....	131
3	Ergebnisdiagramme Betrieb B.....	137
4	Vergleich beider Betriebe .....	138
5	Mikrobiologische Nährmedien.....	140

### III. Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b>	Mundschutz auf der Intensivstation in Kliniken .....	32
<b>Abbildung 2:</b>	Ergebnisse des „T-Tests“ bei Mundschutzen .....	35
<b>Abbildung 3:</b>	Ergebnisse des „R-Tests“ bei Mundschutzen .....	36
<b>Abbildung 4:</b>	Schematische Darstellung des Hackfleischverarbeitungs- prozesses am Beispiel von Betrieb A .....	41
<b>Abbildung 5:</b>	Schaumstoffmundschutz und Papiermundschutz am Modell .....	42
<b>Abbildung 6:</b>	Schaumstoffmundschutz (Foto) .....	43
<b>Abbildung 7:</b>	Papiermundschutz einlagig (Foto) .....	44
<b>Abbildung 8:</b>	Papiermundschutz (Skizzenzeichnung) .....	44
<b>Abbildung 9:</b>	Häufigkeit der Untersuchung je Funktion am Betrieb A .....	47
<b>Abbildung 10:</b>	Häufigkeit der Untersuchung je Funktion am Betrieb B .....	47
<b>Abbildung 11:</b>	Untersuchungsablauf koagulase-positive Staphylokokken .....	51
<b>Abbildung 12:</b>	Verteilung von Keimzahlwerten (Beispiel) .....	53
<b>Abbildung 13:</b>	Korrelation zwischen Keimzahlwerten (Beispiel) .....	54
<b>Abbildung 14:</b>	Verteilung der Gesamtkeimzahlergebnisse der Mundschutze im Betrieb A .....	59
<b>Abbildung 15:</b>	Verteilung der Gesamtkeimzahlergebnisse der Mundschutze im Betrieb B .....	60
<b>Abbildung 16:</b>	Verteilung der Ergebnisse der koagulase-positiven Staphylo- kokken bei den Mundschutzen des Betriebes A .....	62
<b>Abbildung 17:</b>	Verteilung der Ergebnisse der koagulase-positiven Staphylo- kokken bei den Mundschutzen des Betriebes B .....	62
<b>Abbildung 18:</b>	Verteilung der Ergebnisse der laktose-positiven Entero- bakteriazen bei den Mundschutzen am Betrieb A .....	64
<b>Abbildung 19:</b>	Verteilung der Ergebnisse der laktose-negativen Entero- bakteriazen bei den Mundschutzen am Betrieb A .....	64
<b>Abbildung 20:</b>	Korrelation zwischen Gesamtkeimzahl und koagulase-positiven Staphylokokken, Betrieb A .....	66
<b>Abbildung 21:</b>	Korrelation zwischen laktose-negativen Enterobakteriazen und koagulase-positiven Staphylokokken, Betrieb A .....	66
<b>Abbildung 22:</b>	Korrelation zwischen Gesamtkeimzahl und gesamt-koagulase- positiven Staphylokokken, Betrieb B .....	67

<b>Abbildung 23:</b>	Korrelation zwischen laktose-negativen Enterobakteriazeen und gesamt-koagulase-positiven Staphylokokken, Betrieb B .....	67
<b>Abbildung 24:</b>	Verteilung der Ergebnisse der koagulase-positiven Staphylokokken bei den Mundschutzen des Mitarbeiters „Standardisierung 2“ .....	69
<b>Abbildung 25:</b>	Verteilung der Gesamtkeimzahlergebnisse der Mundschutze des Mitarbeiters „Portionierer 2“ .....	70
<b>Abbildung 26:</b>	Verteilung der Ergebnisse der koagulase-positiven Staphylokokken bei den Mundschutzen des Mitarbeiters „Portionierer 2“ .....	70
<b>Abbildung 27:</b>	Mitarbeiterfunktion und Staphylokokken-Keimzahl, Betrieb A .....	72
<b>Abbildung 28:</b>	Verteilung der Gesamtkeimzahlergebnisse bei Mundschutzen von männlichen Mitarbeitern beider Betriebe .....	74
<b>Abbildung 29:</b>	Verteilung der Gesamtkeimzahlergebnisse bei Mundschutzen von weiblichen Mitarbeitern beider Betriebe .....	74
<b>Abbildung 30:</b>	Verteilung der Ergebnisse der koagulase-positiven Staphylokokken bei den Mundschutzen von männlichen Mitarbeitern beider Betriebe .....	75
<b>Abbildung 31:</b>	Verteilung der Ergebnisse der koagulase-positive Staphylokokken bei den Mundschutzen von weiblichen Mitarbeitern beider Betriebe .....	75
<b>Abbildung 32:</b>	Jahreszeitlicher Verlauf der mikrobiologischen Mundschutz-Werte von Mitarbeiter „Standardisierung 2“ .....	76
<b>Abbildung 33:</b>	Jahreszeitlicher Verlauf der mikrobiologischen Mundschutz-Werte von Mitarbeiter „Portionierer 2“ .....	77
<b>Abbildung 34:</b>	Jahreszeitlicher Verlauf der mikrobiologischen Mundschutz-Werte von Mitarbeiter „Verpackung 3“ .....	77
<b>Abbildung 35:</b>	Zusammenhang zwischen Keimzahlen und Monat der Probennahme .....	78
<b>Abbildung 36:</b>	Verteilung der Gesamtkeimzahlergebnisse der Mundschutze beider Betriebe .....	79
<b>Abbildung 37:</b>	Verteilung der Ergebnisse der koagulase-positiven Staphylokokken der Mundschutze beider Betriebe .....	80



<b>Abbildung 38:</b>	Verteilung der Ergebnisse der laktose-negativen Enterobakteriazeen der Mundschutze beider Betriebe .....80
<b>Abbildung 39:</b>	Korrelation zwischen Gesamtkeimzahl und koagulase-positiven Staphylokokken im Mundschutz beider Betriebe .....81
<b>Abbildung 40:</b>	Korrelation zwischen laktose-negativen Enterobakteriazeen und koagulase-positiven Staphylokokken im Mundschutz beider Betriebe .....81
<b>Abbildung 41:</b>	Mikrobiologische Werte der Gesamtkeimzahl aus Mundschutzen und Hackfleisch ausgewählter Tagesproduktionen .....83
<b>Abbildung 42:</b>	Verteilung der Keimzahlergebnisse der laktose-negativen Enterobakteriazeen der Mundschutze von Betrieb B.....137
<b>Abbildung 43:</b>	Verteilung der Keimzahlergebnisse der laktose-positiven Enterobakteriazeen der Mundschutze beider Betriebe .....138
<b>Abbildung 44:</b>	Verteilung der <i>E- coli</i> -Keimzahlergebnisse der Mundschutze beider Betriebe .....139

## IV. Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b>	Ausgewählte Beispiele für Ausbrüche von Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen in Deutschland, aufgelistet nach Erregern und Jahr.....	3
<b>Tabelle 2:</b>	Ausbrüche und Fälle von Staphylokokkentoxin-bedingter Lebensmittelvergiftung in fünf europäischen Ländern von 1993 bis 2000.	14
<b>Tabelle 3:</b>	Ausbrüche von Staphylokokkentoxin-bedingter Lebensmittelvergiftung in den USA, 1990 bis 2003 (exklusive 1994) nach auslösenden Lebensmitteln .....	15
<b>Tabelle 4:</b>	Faktoren, die bei Staphylokokkentoxin-bedingten Lebensmittelvergiftungen in den USA, Kanada, England und Wales eine Rolle gespielt haben. ....	16
<b>Tabelle 5:</b>	Mikrobiologische Anforderungen an Hackfleisch .....	19
<b>Tabelle 6:</b>	Mikrobiologischer Status von Hackfleisch.....	21
<b>Tabelle 7:</b>	Vergleich der amtlichen Methoden nach § 35 LMBG der Ausgabe von 1984 (L06.00-21) und 1985 (L06.00-21) gegenüber jener von 2000 (L00.00-55) .....	23
<b>Tabelle 8:</b>	Studien zur Prävalenz von koagulase-positiven Staphylokokken beim Menschen .....	25
<b>Tabelle 9:</b>	Untersuchungen des Staphylokokken-Status in der Nasenhöhle von männlichen und weiblichen Versuchspersonen im Vergleich .	28
<b>Tabelle 10:</b>	Enterotoxinproduktion bei <i>Staphylococcus aureus</i> -Isolaten .....	30
<b>Tabelle 11:</b>	Eckdaten der beiden untersuchten Schlachtbetriebe im Vergleich.....	38
<b>Tabelle 12:</b>	Untersuchungsdaten der einzelnen (codierten) Personen am Betrieb A inklusive der Untersuchungshäufigkeit.....	46
<b>Tabelle 13:</b>	Methodik gemäß Amtlicher Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG.....	49
<b>Tabelle 14:</b>	Anteil der Staphylokokken-positiven und -negativen Mitarbeiter bei den Mundschutzen im Vergleich .....	56
<b>Tabelle 15:</b>	Hohe Keimzahlergebnisse im Mundschutz (Betrieb A).....	58
<b>Tabelle 16:</b>	Ergebnisse der Mundschutze von Mitarbeiter „Portionsübergabe 3“ (Gesamtkeimzahl und koagulase-positive Staphylokokken).....	71

<b>Tabelle 17:</b>	Betrieb A, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 1-21.....	117
<b>Tabelle 18:</b>	Betrieb A, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-Proben 1-21 .....	118
<b>Tabelle 19:</b>	Betrieb A, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 22-38.....	119
<b>Tabelle 20:</b>	Betrieb A, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-Proben 22-38 .....	120
<b>Tabelle 21:</b>	Betrieb A, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 39-54.....	121
<b>Tabelle 22:</b>	Betrieb A, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-Proben 39-54 .....	122
<b>Tabelle 23:</b>	Betrieb A, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 55-68.....	123
<b>Tabelle 24:</b>	Betrieb A Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-Proben 55-68 .....	124
<b>Tabelle 25:</b>	Betrieb A, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 69-81.....	125
<b>Tabelle 26:</b>	Betrieb A, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-Proben 69-81 .....	126
<b>Tabelle 27:</b>	Betrieb A, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 82-95.....	127
<b>Tabelle 28:</b>	Betrieb A, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-Proben 82-95 .....	128
<b>Tabelle 29:</b>	Betrieb A, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 96-111.....	129
<b>Tabelle 30:</b>	Betrieb A, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-Proben 96-111 .....	130
<b>Tabelle 31:</b>	Betrieb B, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 1-21.....	131
<b>Tabelle 32:</b>	Betrieb B, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-Proben 1-21 .....	132
<b>Tabelle 33:</b>	Betrieb B, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 22-38.....	133
<b>Tabelle 34:</b>	Betrieb B, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-Proben 22-38 .....	134
<b>Tabelle 35:</b>	Betrieb B, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 39-51.....	135
<b>Tabelle 36:</b>	Betrieb B, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-Proben 39-51 .....	136
<b>Tabelle 37:</b>	Nährmedien, Bestimmungssysteme und Verdünnungen.....	140

## A EINLEITUNG

Hackfleisch gelangt heutzutage auf drei verschiedenen Vertriebswegen zum Endverbraucher. In den meisten Fällen wird Hackfleisch vor Ort aus Frischfleisch hergestellt, entweder in einem Metzgereifachgeschäft oder bei einem in einen Supermarkt integrierten Metzger. Eine zweite Möglichkeit ist der Verkauf von tiefgefrorenem Hackfleisch in Tiefkühltheken. Bei der dritten Variante wird Hackfleisch, gekühlt und unter Schutzatmosphäre in Folien verschweißt, an Selbstbedienungsfleischtheken in Lebensmittelsupermärkten angeboten. Bei gehülltem Hackfleisch ergibt sich ein besonderer Anspruch an die Hygiene bei der Verarbeitung des Fleisches, da diese Form der Herstellung und des Vertriebs für Unterbrechungen der Kühlkette sensibler ist, als frisches hergestelltes oder gefrorenes Hackfleisch. In der vorliegenden Arbeit soll ein Teilaspekt dieser Hygiene, nämlich die Personalhygiene während der Hackfleischproduktion, ins Zentrum gerückt werden.

Hierfür wurden die vom Personal bei der Herstellung getragenen Mundschutze untersucht. Die Studie wurde mit anonymisierten Mundschutzproben von zwei EU-zugelassenen Schlacht- und Fleischverarbeitungsbetrieben in Süddeutschland durchgeführt und die Ergebnisse anschließend mit Ergebnissen aus Qualitätskontrollen verschiedener Hackfleischchargen der entsprechenden Tage verglichen. Die am wahrscheinlichsten zu erwartende Kontamination, die das Hackfleisch durch die Keime in der Mund-, Nasen und Rachenflora erfahren kann, ist die durch Staphylokokken. Hier steht vor allem *Staphylococcus aureus* im Vordergrund, der ein häufiger Erreger von Lebensmittelvergiftungen im Zusammenhang mit Fleisch und anderen Lebensmitteln tierischer Herkunft ist.

Die hier durchgeführten Untersuchungen konzentrieren sich deshalb auf den Gehalt an Staphylokokken und vor allem an *Staphylococcus aureus* bzw. koagulase-positiven Staphylokokken in den Mundschutzen. Um die Untersuchung abzurunden, wurden die Mundschutze auch auf ihre Gesamtkeimzahl und das Vorkommen von Enterobakteriazeen inklusive *Escherichia coli* geprüft. Der Nachweis von Staphylokokken, Gesamtkeimzahl und *E. coli* wurde entsprechend der Methode der Amtlichen Sammlung nach § 35 LMBG durchgeführt, die für die Untersuchung von Mundschutzen abgewandelt wurde.

## B LITERATUR

### 1 Lebensmittelhygienisch relevante Bakterien

Bakterien spielen in der Lebensmittelhygiene eine große Rolle. Es ist allerdings feststellbar, dass im Bereich der bakteriell bedingten und durch Lebensmittel ausgelösten Erkrankungen der Anteil der Staphylokokken-Lebensmittelvergiftungen, zumindest in Europa, zurückgeht (KLEER und REICHE, 2004).

In einem Bericht der WHO zur Lage von Lebensmittelintoxikationen in Deutschland und Europa und den Infektionsepidemiologischen Jahrbüchern der Jahre 2001 bis 2004 wird dies an der Anzahl der durch dieses Bakterium hervorgerufenen Ausbrüche klar (siehe auch Tabelle 1). Ausbrüche sind Ansammlungen von Fällen, die einen epidemiologischen Zusammenhang haben (NN, 2004b). Im Gegensatz zu den Staphylokokken sind lebensmittelhygienisch die Salmonellose und in den letzten Jahren auch die *Campylobacter*-Infektion von großer Bedeutung. Die *Salmonella*-Infektionen bilden mittlerweile den größten Teil von lebensmittelbedingten Intoxikationen beziehungsweise Infektionen in Deutschland und europaweit. In den Jahren 1999 und 2000 wurden beispielsweise in Deutschland 223 Ausbrüche von Lebensmittelvergiftungen und -infektionen gemeldet, von denen 143 allein vom Serovar *Salmonella* Enteritidis hervorgerufen wurden. Im Vergleich waren für diese Jahre in Deutschland zwei Ausbrüche gemeldet, die nachweislich von *Staphylococcus aureus* hervorgerufen wurden (NN, 1999 b; NN, 2000 a; NN, 2001 a). Die niedrige Rate von staphylokokkenbedingten Lebensmittelvergiftungen hängt einerseits damit zusammen, dass für diese keine Meldepflicht nach Abschnitt 3 des Infektionsschutzgesetzes (2000) besteht, andererseits ist ein gewisser Rückgang wohl auch in der verbesserten Personalschulung begründet, welche in der Lebensmittelhygiene-Verordnung seit 1997 gefordert wird (KLEER und REICHE, 2004).

Um der Gefahr von Lebensmittelintoxikationen durch Kontamination der Lebensmittel während der Verarbeitung entgegenzuwirken, wurde für lebensmittelproduzierende Betriebe das so genannte HACCP-Konzept (**H**azard-**A**nalysis-**C**ritical-**C**ontrol-**P**oint) entwickelt, bei dem im einzelnen Betrieb die für Kontamination prädisponierten Stellen innerhalb der Produktion bestimmt und gezielt bekämpft werden (UNTERMANN, 1998; ENGEL, 1998; LÖW, 2001). Mit Hilfe dieses Systems kann beispielsweise auch in einer hinsichtlich Lebensmittelhygiene schwierigen Umgebung wie z. B. Afrika eine Grundsicherung durch die Einhaltung einfacher lebensmittelhygienischer Prinzipien gewährleistet werden (EHIRI et al., 2001).

**Tabelle 1:** Ausgewählte Beispiele für Ausbrüche von Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen in Deutschland, aufgelistet nach Erregern und Jahr

Erreger		<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i> sp.	<i>Staphylococcus aureus</i>
1999	Ausbrüche	0 <sup>a</sup>	94 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>
	Fälle	0 <sup>a</sup>	1164 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>
2000	Ausbrüche	1 <sup>a</sup>	69 <sup>a</sup>	1 <sup>b</sup>
	Fälle	22 <sup>a</sup>	926 <sup>a</sup>	297 <sup>b</sup>
2001	Ausbrüche	62 <sup>c</sup>	3008 <sup>c</sup>	0 <sup>g</sup>
	Fälle	135 <sup>c</sup>	10054 <sup>c</sup>	0 <sup>g</sup>
2002	Ausbrüche	39 <sup>d</sup>	2982 <sup>d</sup>	0 <sup>g</sup>
	Fälle	128 <sup>d</sup>	12107 <sup>d</sup>	0 <sup>g</sup>
2003	Ausbrüche	50 <sup>e</sup>	2428 <sup>e</sup>	0 <sup>g</sup>
	Fälle	141 <sup>e</sup>	9397 <sup>e</sup>	0 <sup>g</sup>
2004	Ausbrüche	43 <sup>f</sup>	1991 <sup>f</sup>	0 <sup>g</sup>
	Fälle	149 <sup>f</sup>	8430 <sup>f</sup>	0 <sup>g</sup>

Quellen:

<sup>a</sup> NN, 2001 a, <sup>b</sup> NN, 2000 a, <sup>c</sup> NN, 2001 b, <sup>d</sup> NN, 2002, <sup>e</sup> NN, 2003, <sup>f</sup> NN, 2004 c, <sup>g</sup> NN, 2005

## 1.1 Staphylokokken

Die Gattung *Staphylococcus* umfasst grampositive kugelförmige Bakterien mit einem Durchmesser zwischen 0,5 und 1,5 µm. Sie gehören zur physiologischen Schleimhautflora in Nase und Rachen und sind häufig anzutreffende Kommensalen auf der Haut von Mensch und Tier gleichermaßen. Die stärkste Pathogenität, sowohl bei Infektionen wie auch bei Lebensmittelintoxikationen, hat *Staphylococcus aureus*. Der Name rührt her von der goldgelben Pigmentierung, welche die Kolonien auf einem nicht-selektiven Medium aufweisen (MINOR und MARTH, 1976; ROLLE und MAYR, 2002; NN, 2003).

## 1.2 Enterobakteriazeen

Die Enterobakteriazeen gehören zu den gramnegativen fakultativ anaeroben Stäbchenbakterien. Für die Hackfleischproduktion im Zusammenhang mit Mundschutzen sind innerhalb der Gattung der Enterobakteriazeen vor allem *E. coli* von Interesse (BECKER, 1998 a; BAUMGART, 2002).

### 1.2.1 *Escherichia coli*

Hierbei handelt es sich um ein Enterobakterium, welches einerseits Bestandteil der Darmflora von Mensch und Tier, andererseits aber auch ein wichtiger Krankheitserreger für beide ist. Die Abgrenzung zu anderen Enterobakteriazeen erfolgt mit Hilfe biochemischer Methoden. Eine Schlüsselrolle spielt hier die Laktosefermentation, die diagnostisch genutzt wird, um *E. coli* von laktose-negativen Enterobakteriazeen wie z. B. Salmonellen zu unterscheiden. Zur genaueren Differenzierung von *E. coli* dient beispielsweise die „Bunte Reihe“. Dabei handelt es sich um die Verknüpfung biochemischer Nachweisverfahren zu einem einfach durchzuführenden Bestimmungstest (HOLMES, 1989).

Die pathogene Wirkung von *E. coli* wird durch unterschiedliche Enterotoxine hervorgerufen, die auch für die Namensgebung der verschiedenen *E.-coli*-Stämme herangezogen wurden, wie unter anderem ETEC (enterotoxische *E. coli*). Verschiedene *E.-coli*-Stämme treten im Zusammenhang mit Durchfallerkrankungen bei Tier und Mensch auf (BECKER, 1998 a).

## 2 Bedeutung und Eigenschaften der Staphylokokken

Staphylokokken sind vor allem als Eitererreger und als Lebensmittelvergifter von medizinischer Bedeutung. So sind sie die Auslöser der Staphylokokken-Mastitis bei Rind und kleinen Wiederkäuern, der exsudativen Epidermitis des Ferkels, der Botryomykose des Pferdes und diverser eitriger Entzündungen bei Hunden, Katzen (Pyodermien, Pyometra, Otitis externa), Geflügel und dem Menschen (Furunkel, Karbunkel, Pyodermien, Mastitis, Osteomyelitis) (ZAADHOF, 1998 b; ROLLE und MAYR, 2002).

Eine weitere Bedeutung kommt den Staphylokokken beim Menschen als Auslöser von toxinvermittelten Erkrankungen zu, wie z. B. der Lebensmittelvergiftung durch Enterotoxine, dem „Toxic Shock Syndrome“ und dem „Staphylococcal Scalded Skin Syndrome“ (BERGDOLL, 1991; NN, 2003). Staphylokokken produzieren eine Vielzahl Virulenz-assoziiierter Faktoren. Dabei sind unterschiedliche Einwirkungen auf die Wirtszellen von pathogenetischer Bedeutung. Diese bestehen vor allem aus Toxinen, Enzymen und Faktoren, welche die Zelladhärenz oder die antiphagozytäre Wirkung beeinflussen (DINGES et al., 2000; ROLLE und MAYR, 2002).

Zu den Toxinen zählen die Enterotoxine, welche im Zusammenhang dieser Arbeit die größte Bedeutung haben und auch im Folgenden noch genauer behandelt werden (siehe Kapitel 3.2). Zusätzlich bilden Staphylokokken epidermiolytische Exfoliativtoxine und Virulenzfaktoren wie zum Beispiel Leukozidin, Hyaluronidase, Hämolysine und Koagulase (BAIRD-PARKER, 1990). Letztere wiederum hat eine große Bedeutung in der Diagnostik von Toxin-bildenden Staphylokokken (siehe Kapitel 2.3). Bei den Hämolysinen werden mindestens vier verschiedene Toxine unterschieden:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$  - und  $\delta$ - Hämolysin. Diese heißen so, da sie auf Blutagar eine Hämolysis-Zone bilden, d.h. sie haben die Fähigkeit, Erythrozyten zu hämolysieren. Dabei können die meisten Hämolysine ( $\alpha$ -,  $\gamma$ - und  $\delta$ -Hämolysin) unterschiedliche Erythrozyten lysieren, während z. B. Hämolysin  $\beta$  nur Schaf-Erythrozyten und keine Kaninchen- oder humane Erythrozyten lysieren kann (DINGES et al., 2000). Bei den koagulase-positiven Staphylokokken produzieren praktisch alle Kolonien eines oder mehrere Hämolysine.  $\beta$ -Hämolysin wird allerdings häufiger von Staphylokokken tierischen Ursprungs gebildet. So wurde in Milchproben in 77 % der Kolonien  $\beta$ -Hämolysin gefunden, bei Fleisch allerdings nur in 22 % der Proben gegenüber 91 %  $\alpha$ -Hämolysin (MINOR und MARTH, 1976). Dabei ist die Aktivität von  $\beta$ -Hämolysin bei



Mastitismilch gegenüber Milch von Eutern gesunder Kühe herabgesetzt, sodass zu vermuten ist, dass dieses Exotoxin keinen negativen Einfluss auf die Euter-gesundheit hat (ALI-VEHMAS et al., 2001). Auch ansonsten ist die pathogene Wirkung von  $\beta$ -Hämolysin nicht eindeutig nachgewiesen (DINGES et al., 2000). Ein weiteres Charakteristikum der koagulase-positiven Staphylokokken ist das Vor-kommen der so genannten Thermonuklease. Ähnliche Nukleasen kommen in jedem Organismus vor, im Gegensatz zu diesen ist die Nuklease der koagulase-positiven Staphylokokken allerdings hitzestabil, während die korrespondierenden Enzyme anderer Mikroorganismen (z. B. auch von *Staphylococcus epidermidis*) hitzelabil sind (MINOR und MARTH, 1976).

## 2.1 Klassifizierung der Staphylokokken

Die Familie der *Staphylococcaceae* setzt sich aus den vier Genera *Staphylococcus*, *Gemella*, *Macrococcus* und *Salinicoccus* zusammen. Sie gehört zur Klasse der Bazillen, Ordnung *Bacillales* (BERGEY und BOONE, 2001). Obwohl phylogenetisch nicht verwandt zeigt die Familie der *Micrococcaceae* morphologische Ähnlichkeiten (BAIRD-PARKER, 1990). Das Genus *Staphylococcus* ist in 35 Spezies unterteilt (SMYTH et al., 2004). Die Koagulation von Kaninchenplasma ist innerhalb dieses Genus charakteristisch für *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus intermedius* und *Staphylococcus hyicus* subsp. *hyicus* (verzögerte Reaktion). Die Produktion von Thermonuklease ist ebenfalls ein Charakteristikum von *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus intermedius* und *Staphylococcus hyicus* subsp. *hyicus* (BERGEY und HOLT, 1986).

## 2.2 Genetik und Resistenzen bei Staphylokokken

In den letzten Jahren hat eine Gruppe von *Staphylococcus aureus* an Bedeutung gewonnen: methicillin-resistente *Staphylococcus-aureus*-Stämme (MRSA). Diese Stämme traten erstmals um 1960 auf (BAIRD-PARKER, 1990; ROSDAHL, 1992). Inzwischen sind auch weitere Resistenzen aufgetreten, zum Beispiel aktuell gegen Glycopeptidantibiotika wie Vancomycin oder Teicoplanin (APFALTER, 2003; WOODFORD, 2005). Es entstehen multiresistente MRSA, welche sich bei noso-komialen Infektionen als gefährliche Pathogene erweisen können (BARRETT, 2005) KAYSER et al. (1986) berichten, dass das Staphylokokkenchromosom aus einem einzelnen ringförmigen DNS-Molekül mit einem Molekulargewicht von 2 bis 4 x 10<sup>9</sup>

Dalton (dal) besteht und in 18 Segmente aufgeteilt ist. Es wird vermutet, dass das Chromosom ungefähr 5000 chromosomale Gene enthält. Des Weiteren sind Plasmide vorhanden, die nicht für das Fortbestehen der Zelle essenziell sind und außerdem die Möglichkeit haben, sich autonom zu teilen. Diese Plasmide variieren in der Größe zwischen 1 und 36 Mdal. Hier können sich auch Resistenzgene (R-Gene) befinden. Es hat sich gezeigt, dass Resistenzgene bei *Staphylococcus aureus* sowohl auf Plasmiden vorhanden sein können, als auch direkt auf dem Chromosom oder auf mobilen Elementen, welche sich in das Chromosom einfügen können. Während aber beispielsweise die Replikation der Chloramphenicolresistenz ausschließlich auf Plasmiden zu finden ist, sind bei anderen Resistenzen die R-Gene, je nach dem welcher Stamm betroffen ist, unterschiedlich verteilt (KAYSER et al., 1986). Die Resistenz gegen Methicillin beispielsweise befindet sich auf einem Genelement, welches sich SCC (**S**taphylococcal **C**assette **C**hromosome) nennt und sich aus einer Gruppe von mobilen Chromosomen zusammensetzt (HANSSEN et al., 2004; STEFANI und VARALDO, 2003). Das Gen selbst wird allgemein als *MecA* bezeichnet (LEE, 2003, STEFANI und VARALDO, 2003; HANSSEN et al., 2004). Die Gene für die Produktion von Staphylokokken-Enterotoxinen (SE) wiederum liegen für SEB und SEC auf Plasmiden, während die Produktion vom SEA und SED vom Chromosom aus gesteuert wird (BAIRD-PARKER, 1990, siehe auch Kapitel 3.2).

### 2.3 Diagnostik von Staphylokokken und die Entwicklung der Diagnostik

Zur Anzüchtung der Staphylokokken steht eine Vielzahl an Selektivmedien zur Verfügung. Diese Medien finden auch in der Lebensmitteldiagnostik Anwendung. Sie machen sich unter anderem die Kochsalz- oder Telluritresistenz der Staphylokokken zu Nutze oder zeigen die Mannitspaltung durch diese an. Weitere Zusätze sind Lithiumchlorid, Polymyxin und Neomycin (BAIRD-PARKER, 1990; ROLLE und MAYR, 2002).

Das Baird-Parker-Medium enthält als Hemmstoffe für andere Bakterien Lithiumchlorid, Glycin und Tellurit, außerdem ist Eigelb enthalten. Letzteres hat zur Folge, dass im Medium um die Kolonien herum eine opake Trübung auftritt. Dies ist dadurch begründet, dass das im Eigelb vorhandene Lipovitellin durch eine von den Staphylokokken gebildete Lipoproteinlipase gespalten wird (MINOR und MARTH,

1976, DA SILVA et al., 2000). Dieses Medium ist Mittel der Wahl, um koagulase-positive Staphylokokken in Lebensmitteln nachzuweisen (DA SILVA et al., 2000). Zur Abgrenzung der Staphylokokken gegenüber der Familie *Micrococcaceae* werden der anaerobe Glukoseabbau, die Furazolidonsensitivität, die Koagulasereaktion mit Kaninchenplasma und der Nachweis des Clumping-Faktors genutzt, die bei Staphylokokken positiv ausfallen. Letztere sind wichtig für die Speziesdiagnose, welche auch in dem kommerziellen Testsystem „API 32 Staph“ Verwendung finden. In einer frühen Studie hat MOSSEL (1962) die verschiedenen Möglichkeiten zur Differenzierung von koagulase-positiven und -negativen Staphylokokken sowie Mikrokokken untersucht. Auch damals war die Unterscheidung mittels der Koagulase-Reaktion bereits bekannt. MOSSEL (1962) untersuchte 390 *Staphylococcus aureus*-Stämme aus humanklinischem Material, und 190 koagulase-negative Staphylokokken beziehungsweise Mikrokokken aus Material nicht menschlichen Ursprungs, vor allem aus Fleisch und Fleischerzeugnissen, Milch und bovinen Mastitiseutern. Diese Stämme wurden verschiedenen Analysen unterzogen, wobei manche Tests wie z. B. Gelatineverflüssigung nicht zu unterschiedlichen Ergebnissen zwischen den beiden Gruppen führten. Die Fermentierung von Mannitol durch koagulase-positive Staphylokokken wiederum fand in 95 % der Fälle statt, hingegen bei koagulase-negativen nur in 18 % (MOSSEL, 1962). Auch heute noch ist die Koagulase-Reaktion wichtig für die Diagnose von Staphylokokken. Dabei wird zwischen freier und gebundener Koagulase unterschieden. Die freie Koagulase wird bei der Koagulase-Reaktion mit Plasma ausgenutzt, die gebundene Koagulase kommt in der Diagnostik beim Clumping-Schnelltest zur Anwendung, indem sie die Bakterienzellen auf einem Objektträger koagulieren lässt (MINOR und MARTH, 1976; MC DONALD et al.; 1995, LUIJENDIJK et al., 1996). Die gelbliche Pigmentierung auf Chapman-Agar wiederum, die für die Namensgebung von *Staphylococcus aureus* verantwortlich ist, zeigte sich in 50 % der Fälle bei beiden Gruppen gleich. Dagegen waren 13 % der getesteten *Staphylococcus aureus*-Kolonien weiß. Diese Pigmentierung war nur bei aerobem Wachstum und besonders auf natriumchloridhaltigen Medien zu beobachten (MOSSEL, 1962; MINOR und MARTH, 1976).

### 3 Staphylokokken in Lebensmitteln: Wachstum und Inaktivierung

Staphylokokken bilden Enterotoxine, welche dazu fähig sind, in der entsprechenden Konzentration eine Lebensmittelvergiftung hervorzurufen. Dabei ist nicht von Bedeutung, ob die Staphylokokken zum Zeitpunkt des Verzehrs noch aktiv sind, da die gebildeten Enterotoxine eine hohe Hitzestabilität aufweisen (MINOR und MARTH, 1976). Deshalb können diese bei normaler küchentechnischer Erhitzung, wie z.B. 100 °C für 30 min, nicht sicher inaktiviert werden (NN, 2000 a; ROLLE und MAYR, 2002). Vereinzelt wird von einer biologischen Aktivität bis zu einer Erhitzungstemperatur von 123,9 °C berichtet (BENNETT und BERRY, 1987). Die serologische Aktivität ist durch das Erhitzen auf 121 °C für 30 Minuten zu 100% herabgesetzt (FUNG et al., 1973).

Staphylokokken sind mesophil und wachsen typischerweise innerhalb eines Temperaturbereiches von 7 bis 48 °C mit einem Optimum zwischen 35 und 40 °C. Der optimale pH-Wert für das Wachstum der Staphylokokken liegt zwischen 6 und 7. Allerdings unterscheiden sich diese Bedingungen von denen die zur Bildung ihrer Enterotoxine notwendig sind. Letztere werden bei einem Optimum von 40 bis 45 °C und einem pH-Wert zwischen 7 und 8 produziert.

#### 3.1 Enterotoxinbildende Staphylokokken

Die Gruppe der Staphylokokken-Enterotoxine wird größtenteils von koagulase-positiven, thermonuklease-positiven Stämmen und in den meisten Fällen von *Staphylococcus aureus* produziert (SMYTH et al., 2004). Da aber in etwa 50 % der Lebensmittel Staphylokokken in geringen Mengen enthalten sind, ist es wichtig festzulegen, ab welchen Keimzahlen der Verzehr zu einer Erkrankung beim Menschen führen kann (MINOR und MARTH, 1976; BERGDOLL, 1995). Die Toleranzschwelle ist erreicht, wenn sich der Erreger im Lebensmittel auf Keimzahlen von  $10^5$  koloniebildenden Einheiten pro Gramm (KbE/g) vermehrt hat (NN, 1999 a).

Aber nicht nur koagulase-positive Staphylokokken haben die Fähigkeit, Enterotoxine zu bilden. In einer Studie von UDO et al. (1999) wird berichtet, dass bei 8 % der Isolate von koagulase-negativen Staphylokokken, die von Händen und Nasen von Restaurantpersonal in Kuwait City stammten, ein oder mehrere Enterotoxine gebildet wurden. Deshalb wird empfohlen, die koagulase-negativen Staphylokokken bei der Untersuchung von verdächtigen Fällen im Zusammenhang mit Lebensmittelvergif-

tungen nicht außer Acht zu lassen (UDO et al., 1999). Die Bedeutung dieser Staphylokokken ist gegenwärtig nicht genau geklärt. Sie spielen allerdings eine wichtige Rolle als Pathogene im Zusammenhang mit dem Hospitalismusgeschehen in Krankenhäusern, vor allem bei Patienten mit Polymer-Implantaten (EIFF et al., 2002).

### **3.2 Produktion, Eigenschaften und biologische Aktivität von Enterotoxin**

Auf serologischen Techniken basierend konnten folgende Staphylokokken-Enterotoxine (SE) bestätigt werden: A, B, C1, C2, C3, D, E und G bis O (auch genannt SEA, SEB, SEC, SED, SEE, SEG usw.) (BERGDOLL, 1990; DINGES et al., 2000; LE LOIR, 2003). Die Enterotoxine sind einfach gebaute kurze Proteinketten mit einem Molekulargewicht zwischen 24.000 und 29.000 Dalton (LE LOIR et al., 2003). Sie sind resistent gegenüber den meisten proteolytischen Enzymen, die im menschlichen Gastrointestinaltrakt vorkommen. SEB kann beispielsweise durch Pepsin bei einem pH-Wert von 2 gespalten werden, ist aber bei im Gastrointestinaltrakt üblichen höheren pH-Werten Pepsin-resistent. Manche Proteasen, die unter anderem von Milchsäurebakterien produziert werden, können ebenfalls SE abbauen. Die Toxine sind gegen Dehydrierung und pH-Werte zwischen 2 und 12 resistent und können in bestimmten Lebensmitteln jahrelang aktiv bleiben (BAIRD-PARKER, 1990; LE LOIR et al., 2003).

Die Temperaturresistenz der Toxine ist von der Reinheit des Toxins, dem Serotyp, der Erhitzungsmethode, der Menge, dem pH-Wert und der Analyse-methode abhängig. Dabei hat sich gezeigt, dass SEA das häufigste und gegenüber den meisten Einflüssen resisten-teste Toxin ist (BAIRD-PARKER, 1990; LE LOIR et al., 2003). Beispielsweise wurden SEA und SED bei einer Temperatur von 123,9 °C für acht Minuten erhitzt, woraufhin sie serologisch nicht mehr nachweisbar, bei der Injektion in Katzenwelpen aber noch biologisch aktiv waren (BENNET und BERRY, 1987).

Außerdem sind die Toxine extrem widerstandsfähig gegenüber Gammastrahlung. Es waren über 27 beziehungsweise 97 kGy notwendig, um SEB in Pufferlösung respektive Milch um eine Dezimale zu reduzieren (GENIGEORGIS, 1989). Enterotoxine werden in allen Phasen des Staphylokokkenwachstums produziert. Allerdings ist das Wachstum auch davon abhängig, wie die Bedingungen in Hinblick auf konkurrierende Bakterienstämme sind.

In einer Studie von NOLETO et al. (1987) wurde untersucht, wie *Staphylococcus aureus*-Stämme auf das gleichzeitige Wachstum anderer Bakterien reagieren. Dabei fand man heraus, dass *Streptococcus faecalis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* und *Pseudomonas aeruginosa* die SE-Produktion, aber nicht das Wachstum der Staphylokokkenisolate einschränkten. Diese Einschränkung der SE-Produktion trat nur dann nicht auf, wenn die Anfangskonzentration der Staphylokokken im Medium bedeutend höher war als die der konkurrierenden Bakterienstämme (NOLETO et al., 1987).

Die Synthese der Enterotoxine geschieht auf mindestens zwei unterschiedlichen Wegen für einerseits SEB und SEC sowie andererseits SEA, SED und SEE. Die Produktion von SEA wird durch ein chromosomales Gen kontrolliert, welches vermutlich über einen Phagen ins Genom integriert wurde. Dadurch ließe sich erklären, dass SEA unter allen Bedingungen produziert wird, welche auch die Vermehrung der Staphylokokken erlauben (IANDOLO und DYER, 1981; LE LOIR et al., 2003). Das Gen für die Produktion von SEB und SEC befindet sich unter anderem auf Plasmiden (BAIRD-PARKER, 1990; LE LOIR, 2003). Möglicherweise ist mehr als ein Gen für die Produktion von SEB verantwortlich, so dass diese Gene sowohl in den bakterieneigenen Chromosomen als auch in Plasmiden verteilt liegen (IANDOLO und DYER, 1981; LE LOIR et al., 2003).

Die biologische Wirkung der Staphylokokken-Enterotoxine ist im Hinblick auf Lebensmittelvergiftungen für alle Serotypen ähnlich. Die Menge von 0,1 µg Toxin pro Kilogramm Lebendmasse kann in einem Erwachsenen Symptome einer Lebensmittelvergiftung hervorrufen (GENIGEORGIS, 1989; BAIRD-PARKER, 1990). Es gibt für SE unterschiedliche Mechanismen der Pathogenese. Zum einen wirken SE als Superantigene, indem sie pyrogen und immunsuppressiv sind und gleichzeitig eine unspezifische T-Zell-Proliferation hervorrufen (DINGES et al., 2000; BACHERT et al., 2002; LE LOIR et al., 2003). Ein weiterer Pathogenesemechanismus, der allen SE gemein ist, ist die Emesis. Dieser ist allerdings nicht so ausgiebig erforscht wie die Wirkung als Superantigen. Möglicherweise existiert sogar ein Zusammenhang zwischen der Symptomatik einer staphylokokkeninduzierten Lebensmittelvergiftung und der Akkumulation von T-Lymphozyten im Gastrointestinaltrakt nach oraler Aufnahme von SE. Dabei erreichen Impulse aus dem Gastrointestinaltrakt über den Vagusnerv und andere afferente sympathische Fasern das subkortikale Brechzentrum und lösen so eine Emesis aus (BEERY et al., 1984; LE LOIR et al., 2003). Die

Empfänglichkeit beim Menschen gegenüber SE variiert individuell. Ein Grund für diese Unterschiede ist möglicherweise der vorangegangene Kontakt mit Enterotoxinen, der dann zu einer Immunisierung geführt hat. Diese These wurde in Tierversuchen mit Rhesus-Affen bestätigt (GENIGEORGIS, 1989). Zirkulierende Antikörper gegen SE wurden im Serum von gesunden Menschen, Laborpersonal, welches Kontakt mit SE hatte, und bei Patienten, die eine durch Staphylokokken hervorgerufene Erkrankung hatten, nachgewiesen (JOSEFCZYK et al., 1980).

### 3.3 Die Staphylokokkentoxin-bedingte Lebensmittelvergiftung

Laut Definition wird die Staphylokokkentoxin-bedingte Lebensmittelvergiftung durch die Aufnahme von Lebensmitteln hervorgerufen, welche präformierte Exotoxine (Enterotoxine) enthalten, die vor allem durch *Staphylococcus aureus* produziert werden (FIGUEIREDO, 1971; DINGES et al., 2000). Die Inkubationszeit beträgt ca. zwei bis sechs Stunden und ist damit sehr kurz. Dann treten akut Übelkeit, Erbrechen und Durchfall auf. Diese Symptome dauern etwa ein bis zwei Tage an und klingen dann wieder ab (DINGES et al., 2000). Um eine Lebensmittelvergiftung durch Staphylokokken zu diagnostizieren, reicht es nicht aus, diese im Lebensmittel nachzuweisen. Vielmehr müssen die Enterotoxine bestimmt werden. Mittlerweile sind immunologische Nachweismethoden das Mittel der Wahl zum Nachweis von Staphylokokken-Enterotoxinen. Für die Diagnostik stehen unter anderem die Agarpräzipitation, ELISA (**E**nzyme **L**inked **I**mmunosorbent **A**ssay) und Latexagglutination zur Verfügung (BERGDOLL, 1990; ZAADHOF, 1998 b; BAUMGART, 2001).

Bei der Untersuchung von *Staphylococcus-aureus*-Stämmen, die bei 359 Ausbrüchen von lebensmittelbedingter Intoxikation durch Staphylokokken in England und Wales zwischen 1969 und 1990 isoliert wurden, erwies sich, dass die meisten Fälle durch Kontamination von außen und hier vor allem durch mangelnde Hygiene beim Endverbraucher hervorgerufen wurden (WIENEKE et al., 1993). In Deutschland ereigneten sich zwischen 1993 und 1998 26 Ausbrüche von Lebensmittelvergiftungen mit Staphylokokkenbeteiligung. Im Jahr 1999 wurden vier mit Ausbrüchen gemeldet, in den Niederlanden waren es im gleichen Jahr zwölf (NN, 1999 b und NN, 2001 a). Ein prominenter Ausbruch, der mit Staphylokokken assoziiert war, ereignete sich in Deutschland in der Umgebung von Halle im Mai 2000. Hier waren 297 Personen, dabei größtenteils Kinder betroffen. Auslöser waren Schinkennudeln mit Tomatensoße, die von einem Essenslieferservice an mehrere Kinderbetreu-

ungseinrichtungen geliefert wurden (NN, 2000 a). In einer Studie von KLEER und REICHE (2004) wurden Ausbrüche von Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen, die in Gemeinschaftsverpflegungen der Bundeswehr zwischen 1985 und 2003 auftraten, untersucht. Hier waren 27 % der Ausbrüche Staphylokokken-bedingt, gegenüber 19 %, die durch Salmonellen hervorgerufen wurden (KLEER und REICHE, 2004). Dies weist darauf hin, dass die niedrigen Zahlen in Bezug auf Staphylokokken-bedingte Lebensmittelvergiftungen mit dem deutschen Meldewesen zusammenhängen. Staphylokokken-bedingte Intoxikationen sind nach dem **Infektionsschutzgesetz § 6** (2000) nicht meldepflichtig. Deshalb kann, gestützt durch die Erhebungen von KLEER und REICHE (2004), von einer hohen Dunkelziffer ausgegangen werden.

Trotz umfassender Grundlagenforschung im Bereich der Staphylokokkenlebensmittelvergiftung bleibt diese somit weltweit ein Hauptverursacher von Lebensmittelvergiftung in Ländern, für die zuverlässige Statistiken vorhanden sind (VERNOZY-ROZAND et al, 1996), wie in der folgenden Tabelle 2 dargestellt.



**Tabelle 2:** Ausbrüche und Fälle von Staphylokokkentoxin-bedingter Lebensmittelvergiftung in fünf europäischen Ländern von 1993 bis 2000

Land (Zeitraum)	Ausbrüche gesamt (mit bekannter Ursache)	Fälle gesamt	Staphylokokken- Ausbrüche	Staphylokokken- Fälle
			Anzahl	Anzahl
Niederlande				
1993-1998	2524 (496)	14523	23	108
1999	320 (282)	1592	4	0
2000	309(254)	1501	1	1
England und Wales				
1993-1998	1090 (952)	k. A.	13	k. A.
1999	93 (11)	k. A.	4	84
2000	95 (28)	k. A.	0	k. A.
Finnland				
1993-1998	277 (159)	k. A.	13	k. A.
1999	88	2123	1	k. A.
2000	76	7846	1	k. A.
Deutschland				
1993-1998	933 (818)	k. A.	26	k. A.
1999	130 (26)	1699	1	6
2000	93 (16)	1334	1	297
Spanien				
1993-1998	942 (697)	k. A.	36	k. A.
		k. A.	k. A.	k. A.

Quellen: NN, 1999; NN, 2000 b; NN, 2000 a

In anderen Ländern existieren genaue Daten über *Staphylococcus aureus* im Zusammenhang mit den jeweiligen Lebensmitteln, welche für einen Ausbruch verantwortlich waren. Vor allem in den USA ist diesbezüglich eine gute Dokumentation vorhanden (siehe Tabelle 3).

**Tabelle 3:** Ausbrüche von Staphylokokkentoxin-bedingter Lebensmittelvergiftung in den USA, 1990 bis 2003 (exklusive 1994) nach auslösenden Lebensmitteln

Auslösende Lebensmittel	Anzahl absolut	Anzahl in %
Gesamt	175	100
Rindfleisch	21	12
Schinken (gekocht)	25	14
Schweinefleisch	21	12
Huhn	18	10
Pute	16	9
Geflügel gesamt	34	19
Fleisch (exklusive Geflügel) gesamt	67	38

Quelle: NN, 2004 d

Bei der Beteiligung der verschiedenen Arten von Lebensmitteln bei Vergiftungen gibt es kulturelle und landestypische Unterschiede. So war das am häufigsten kontaminierte Lebensmittel in den USA gekochter Schinken, in England/Wales dagegen Huhn. In Finnland war die häufigste Kontaminationsquelle geräucherter Fisch und Weihnachtsschinken, in Spanien Mayonnaise oder mayonnaisehaltige Produkte. In Deutschland entwickelten sich die meisten Ausbrüche in Folge von Fleischverzehr, aber auch Eier- und Milchprodukte sowie Salate und Sonstiges spielten eine Rolle bei den Vergiftungen in Deutschland (GENIGEORGIS, 1989).

In unterschiedlichen Ländern führten verschiedene Herstellungsfehler zum Auftreten von Lebensmittelintoxikationen. In einem Bericht aus England konnten für zwei Ausbrüche von Staphylokokken-bedingter Lebensmittelvergiftung zwischen 1992 und 1993 die Ursachen genauer genannt werden, dabei war ein Ausbruch durch unsachgemäße Lagerung und der zweite durch eine infizierte Arbeitskraft bei der Herstellung hervorgerufen worden (COWDEN et al., 1995). Auch in einem Bericht von JONES et al. (2002) war ein Ausbruch von Lebensmittelvergiftung in den USA mit einem Mitarbeiter eines Lebensmittelgeschäftes in Verbindung zu bringen (JONES et al., 2002). In Tabelle 4 wurden Daten für die USA, Kanada, England und Wales miteinander verglichen, sodass auch die Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern sichtbar wurden.

**Tabelle 4:** Faktoren, die bei Staphylokokkentoxin-bedingten Lebensmittelvergiftungen in den USA, Kanada, England und Wales eine Rolle gespielt haben.

Faktor	% der Ausbrüche in denen der Faktor eine Rolle gespielt hat <sup>a</sup>		
	USA	Kanada	England/Wales
Unsachgemäße Kühlung	k. A.	60,6	7,2
Unsachgemäße Warmhaltetemperatur	95,6	k. A.	k. A.
Aufbewahrung bei Raumtemperatur	k. A.	k. A.	45,2
Verwertung von Resten	k. A.	11,5	6,6
Unsachgemäßer Umgang mit den Lebensmitteln	k. A.	13,1	k. A.
Infizierte Mitarbeiter	k. A.	18,0	30,1
Inadäquates Kochen	10,1	6,5	1,2
Zubereitung lange im Voraus	k. A.	k. A.	48,2
Kontaminierte Ausrüstung	21,4	3,3	k. A.
Schlechte Personalhygiene	46,6	k. A.	k. A.
Beim Öffnen bereits kontaminiert	k. A.	k. A.	25,3

Quelle: GENIGEORGIS, 1989

<sup>a</sup> Mehrfachnennungen möglich

Saisonale Unterschiede bei der Häufigkeit von Staphylokokkentoxin-bedingten Lebensmittelvergiftungen und beim Trägerstatus von Personal im Lebensmittelbereich werden von einigen Autoren beschrieben. Zwischen 1975 und 1982 wurden in den USA 224 Ausbrüche dokumentiert. Davon traten 42,8 % zwischen November und Februar auf. Allein im Juli waren 10,7 % und im August 12,9 % der Ausbrüche zu verzeichnen (GENIGEORGIS, 1989). In den Listen, die das **Center of Disease Control and Prevention (CDC)** in den USA veröffentlicht, ist die Verteilung der Ausbrüche von Staphylokokken-bedingter Lebensmittelvergiftung relativ ausgeglichen. Dabei waren 27 % von 175 Ausbrüchen von 1990 bis 2003 (exklusive 1994) in den Sommermonaten (Juni bis August), 30 % im Herbst, 18 % im Winter und 25 % im Frühling zu verzeichnen (NN, 2004 d).

Bei der Betrachtung von saisonalen Unterschieden darf allerdings nicht vergessen werden, dass manche gesellschaftlichen oder kulturellen Feste wie z. B. Thanksgiving in den USA, Weihnachten oder Ostern einen Einfluss auf jahreszeitliche Unterschiede bei Ausbrüchen haben können, da zu solchen Anlässen häufig große Mengen an zubereiteten Speisen anfallen, die dann später als evtl. mikrobiologisch bedenkliche Reste verspeist werden (GENIGEORGIS, 1989).

#### **4 Staphylokokken in Lebensmitteln tierischer Herkunft**

Zwischen 1969 und 1990 wurden in Großbritannien 53 % der *Staphylococcus aureus*-bedingten Ausbrüche von Lebensmittelvergiftungen durch verzehrtes Fleisch und verzehrte Fleischprodukte hervorgerufen (WIENEKE et al., 1993). In den USA wurden zwischen 1990 und 2003 (exklusive 1994) 57 % durch Fleisch und Fleischprodukte (inklusive Geflügel) verursacht, wobei Geflügelfleisch und Geflügelfleischprodukte dabei einen Anteil von 19 % aller Ausbrüche hatten (siehe auch Tabelle 3). In der gleichen Auflistung des CDC waren 6% durch Milch- und Milchprodukte hervorgerufen worden (NN, 2004 d). In Frankreich hingegen waren in den Jahren 1998 bis 2001 in 19 % der Ausbrüche Milch und Milchprodukte beteiligt gegenüber 22% bei Fleisch und Fleischprodukte (inklusive Geflügel) (HAEGHEBAERT et al, 2001, 2002 a und 2002 b). Allgemein bildet die Gruppe der Lebensmittel tierischer Herkunft den größten Teil der Auslöser von Staphylokokken-bedingten Lebensmittelvergiftungen.

Aus dem Blickpunkt der Lebensmittelhygiene stellt das Euter der Kuh über die Produktion von Milch ein Reservoir für Staphylokokken dar. Subklinischen Mastitiden werden zum Beispiel zu einem großen Anteil durch Staphylokokken hervorgerufen (CABRAL et al., 2002). Die Häufigkeit von inapparenten Euterinfektionen hat zu der in der ganzen Welt hohen Prävalenz von *Staphylococcus aureus* in Rohmilch beigetragen (MINOR und MARTH, 1976). In einer Untersuchung von HAHN (1993) am Institut für Hygiene in Kiel fanden sich beispielsweise in Rohmilch in 5 bis 22 % der untersuchten Proben *Staphylococcus aureus* im Bereich von lg 3 bis lg 5 KbE/ml Milch. Hier fand die Kontamination direkt durch Bakterien aus dem Euter statt. Bei Bestandsmilch hatten 4,9 % der Proben höhere Keimzahlen als lg 3,3 KbE/ml, bei Anlieferungsmilch waren es 8,5 % (HAHN, 1993).

Weitere wichtige Vektoren für Staphylokokken stellen Fleisch und Hackfleisch dar, wie in den folgenden Kapiteln beschrieben wird.

## 5 Rechtliche Regelungen zur Herstellung von Hackfleisch

Die Herstellung und das Inverkehrbringen von Hackfleisch sind in verschiedenen Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien national und innerhalb der europäischen Gemeinschaft geregelt.

Die **EU-Hackfleisch-Richtlinie** 94/65 EG (1994) bildet die Grundlage für die gesetzlichen Regelungen zum Herstellen und Inverkehrbringen von Hackfleisch. Sie ist vollständig in nationales Recht umgesetzt. In dieser Richtlinie ist geregelt, wie die räumlichen Voraussetzungen der Hackfleischherstellung für den europäischen Markt aussehen. Beispielsweise muss am herstellenden Betrieb ein vom Zerlegeraum abgetrennter Hackfleischproduktionsraum vorhanden sein, der für das Hacken und Umhüllen ausgestattet sein muss. Des Weiteren muss ein eigener Raum für Verpackung, ein Raum oder Schrank für die Lagerung von Salz, und eine entsprechende Kühlanlage bereitstehen. Die Richtlinie befasst sich auch mit dem Inverkehrbringen von Hackfleisch und der Zulassung der herstellenden Betriebe. Weiterhin regelt sie, aus welchen Fleischteilen Hackfleisch hergestellt werden darf, und befasst sich mit der Kontrolle, Kennzeichnung und Verpackung von Hackfleisch, sowie mit seiner Lagerung und Beförderung. Hinsichtlich der mikrobiologischen Beschaffenheit wurden die Grenzwerte in die Fleischhygieneverordnung Anlage 2 a übernommen (siehe Tabelle 6), bis auf eine Ausnahme bei der Begrifflichkeit im Bezug auf Staphylokokken.

Das **Fleischhygienegesetz** (2003) gibt den vom Gesetzgeber fixierten Rahmen zu Gewinnung und Verarbeitung von rohem Fleisch vor. Die **Fleischhygieneverordnung Anlage 2 a** (2001) befasst sich mit den „hygienischen Anforderungen an das Gewinnen und Behandeln von Fleisch in zugelassenen Betrieben“. Für das Herstellen von Hackfleisch darf nur frisches oder tiefgefrorenes Fleisch verwendet werden. Dessen Lagerung erfolgt bei + 7 °C unter Vakuum längstensfalls 15 Tage oder tiefgefroren 6 Monate (Schweinefleisch) beziehungsweise 18 Monate (Rindfleisch). Hackfleisch, welches in Fertigpackungen abgegeben werden soll, muss entweder vier Stunden nach dem Zerkleinern oder Mahlen auf eine Innentemperatur von – 18 °C gebracht werden, oder nach einer Stunde eine Innentemperatur von + 2 °C erreichen.

In der nachfolgenden Tabelle 6 werden die Kriterien für den mikrobiologischen Status von Hackfleisch gemäß Fleischhygieneverordnung Anlage 2 a, dargestellt. Diese gibt einen Wert für „koagulase-positive Staphylokokken“ an, während in der EU-Hackfleischrichtlinie 94/65 EG (1994) von „*Staphylococcus aureus*“ die Rede ist (SCHALCH und EISGRUBER, 1995; SCHALCH et al., 1996).

**Tabelle 5:** Mikrobiologische Anforderungen an Hackfleisch

	n	c	m	M
Aerober Keimgehalt (Gesamtkeimzahl)	5	2	$5 \times 10^5/\text{g}$	$5 \times 10^6/\text{g}$
Kolibakterien ( <i>E. coli</i> )	5	2	50/g	$5 \times 10^2/\text{g}$
Salmonellen	5	0	nicht feststellbar in 10 g	
koagulase-positive Staphylokokken	5	2	$10^2/\text{g}$	$5 \times 10^3/\text{g}$

n = Zahl der Proben einer Partie

c = Zahl der Proben einer Partie, die Werte zwischen m und M aufweisen dürfen

m = Richtwert für die Bewertung als zufrieden stellend

M = Grenzwert, der nicht überschritten werden darf

Quelle: Fleischhygieneverordnung, Anlage 2 a, Punkt 9.3

## 6 Mikrobiologische Kontamination von Fleisch und Hackfleisch

Ein weiteres wichtiges Reservoir für bzw. Überträger von Staphylokokken können Tiere sein, die der Lebensmittelherstellung dienen, so dass Staphylokokken durch diese über die Nahrungskette zum Menschen gelangen (MINOR und MARTH, 1976; GENIGEORGIS, 1989; LE LOIR, 2003). Besonders Hackfleisch ist aufgrund seiner intensiven Zerkleinerung und großen Oberfläche ein aus mikrobiologischer Sicht mit besonderen Risiken belastetes Lebensmittel (KLEIN und LOUWERS, 1994; SCHALCH et al. 1996). In verschiedenen Untersuchungen wurde bereits auf die bakterielle Flora in Fleisch und Hackfleisch eingegangen.

So untersuchte KÖPKE (2002) die Zusammensetzung der psychrotrophen Mikroflora in Hackfleisch. Dafür wurden 35 Hackfleischchargen mit den amtlichen Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG untersucht. Die psychrotrophe Gesamtkeimzahl lag dabei im Median bei  $\lg 5,0$  KbE/g.

In einer Studie von SCHMIDT (2003) wurden 12.542 Proben aus 36 Fleischzulieferbetrieben von frischem und gefrorenem Rindfleisch über einen Zeitraum von sieben Jahren untersucht (1993 bis 2000). Bei 13,3 % der Proben lag die Gesamtkeimzahl unter der Nachweisgrenze. In 35,3 % der Proben waren Enterobakteriaceen vorhanden, in 0,36 % Salmonellen, in 9,9 % wurden Staphylokokken nachgewiesen (siehe auch Tabelle 5). Dabei ließ sich keine Korrelation zwischen Staphylokokken-Zahl und Jahr beziehungsweise Jahreszeit, Lagerung, Herkunftsland und Betriebsform erkennen. Der Einfluss des Fleischzulieferbetriebes auf die Staphylokokken-Zahl war allerdings statistisch signifikant (SCHMIDT, 2003). In einer Arbeit von KUSCH (1968) waren 57 % der untersuchten Hackfleischproben mit Staphylokokken kontaminiert. Die hier gefundenen Staphylokokken waren allerdings in 78 % der Fälle mit Keimzahlen von  $< \lg 3$  KbE/g vertreten und keine der Proben enthielt nach der geltenden Fleischhygiene-Verordnung bedenkliche Keimzahlen. In einer Studie von KLEIN und LOUWERS (1994) über die mikrobiologische Beschaffenheit von industriell hergestelltem Hackfleisch waren 69,5 % der Chargen zufrieden stellend. Beim untersuchten Schweinehack wurden bei fünf Proben qualitativ Salmonellen nachgewiesen (KLEIN und LOUWERS, 1994).

Bestimmte Teile vom Schwein, wie z. B. die Kaumuskulatur, enthielten, wenn sie roh untersucht wurden, Keimzahlen von bis zu  $10^6$  KbE/g *Staphylococcus aureus*

(GENIGEORGIS, 1989). STEPHAN (1996) fand in 17,5 % der Proben von Rohschinken koagulase-positive Staphylokokken.

Allerdings ist das Wachstum und die Produktion von Enterotoxinen bei rohem Fleisch stark von der auf dem Fleisch vorhandenen Mikroflora abhängig. Das Wachstum von Staphylokokken auf Fleisch wird aber ebenfalls durch Lagerungs- oder Erhitzungsfehler gefördert (MINOR und MARTH, 1976) wie am Beispiel der Kindertagesstätten in Halle deutlich wird (NN, 2000 a, siehe auch Kapitel 3.3).

**Tabelle 6:** Mikrobiologischer Status von Hackfleisch

Anzahl Proben	Produkt	Mittelwerte (lg KbE/g)			Anteil über M in %	Referenz
		Aerobe Keimzahl	<i>E. coli</i>	koagulase-positive Staphylokokken	Salmonellen	
12 542	Hackfleisch	4,68	k. A.	1,91	0,36	SCHMIDT (2003)
725 210	Hackfleisch	4,73	1,24	1,47	0,5	SCHALCH et al. (1996)
75 70	Rinder-, Schweinehack	5,80 5,29	0,82 0,83	1,16 1,04	0 7,1	KLEIN und LOUWERS (1994)

## 7 Beurteilung und Entwicklung der Methode zur Untersuchung auf koagulase-positive Staphylokokken nach der Amtlichen Sammlung zum § 35 LMBG

Die Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 des LMBG ist eine ständig überarbeitete und aktualisierte Methodensammlung, die gewährleisten soll, dass die Untersuchungsmethoden für Lebensmittel überall und an allen Betrieben, Labors und Instituten, die diese Untersuchungen vornehmen, gleich durchgeführt werden. Damit soll gewährleistet werden, dass die Ergebnisse, die von unab-



hängigen Stellen ermittelt wurden, möglichst vergleichbar sind (BAUMGART, 2002; Amtliche Sammlung § 35, 1984 (L06.00-21), 1985 (L06.00-21) und 2000 (L00.00-55)).

Im Allgemeinen findet sich kein großer Unterschied zwischen den Verfahren der Amtlichen Sammlung zur Zählung von koagulase-positiven Staphylokokken und deren unterschiedlichen Vorschriften von 1984, 1985 und 2000. Allerdings wurde im Jahr 2000 ein neuer Begriff eingeführt. 1984 war bei der Staphylokokken-Bestimmung mittels Baird-Parker-Medium von „charakteristischen Kolonien“ (schwarz, glänzend, gewölbt, mit Aufhellungszone, Durchmesser 1,0 bis 1,5 mm) und „ebenso großen schwarzen Kolonien ohne Aufhellungszone“ die Rede. Als Aufhellungszone wurden hier die klaren Höfe bezeichnet, die sich auf dem Baird-Parker-Medium um „charakteristische“ Kolonien bilden. Im Jahr 2000 wurde nun der Begriff der „typischen“ (= charakteristischen) und „atypischen“ (= Kolonien ohne Aufhellungszone) koagulase-positiven Staphylokokken geprägt (Amtliche Sammlung § 35, 2000 (L00.00-55)). Gleichzeitig wurde genau bestimmt, welche Kolonien zum Koagulase-Test herangezogen werden sollen. In der Version von 1984 und 1985 war von einem Koagulase-Test bei „10 charakteristischen Kolonien und/oder Kolonien ohne Aufhellungszone“ die Rede. Diese Formulierung ließ den untersuchenden Personen relativ viel Freiheit bei der Auswahl der zu untersuchenden Kolonien (Amtliche Sammlung § 35, 1984 (L06.00-21), 1985 (L06.00-21)).

Bei der neuen Methode von 2000 ist hingegen genau festgelegt, dass „5 typische und 5 atypische Kolonien“ zur Bestätigung durch den Koagulase-Test herangezogen werden. Für den Fall, dass nur typische oder nur atypische Kolonien vorhanden sind, werden jeweils nur 5 Kolonien auf ihre Koagulase-Reaktion hin überprüft. Durch dieses Verfahren wird sichergestellt, dass koagulase-positive Kolonien ohne Aufhellungszone, wie sie häufig in Milcherzeugnissen, Shrimps und Geflügelfleisch vorkommen, ebenfalls erfasst werden (Amtliche Sammlung § 35, 2000 (L00.00-55)).

Ein weiterer Unterschied ist, dass durch Weiterentwicklung der Technik zur Herstellung von entsprechenden Nährmedien zum größten Teil kommerziell gefertigte Medien erhältlich sind. Diese werden in der Version der Methode von 2000 explizit als Alternative zur ebenfalls angegebenen Herstellung des Baird-Parker-Mediums genannt (Amtliche Sammlung § 35, 2000 (L00.00-55)). Zuletzt ist anzumerken, dass die Versionen der Amtlichen Sammlung von 1984 und 1985 in der Version von 2000 zu einer Anweisung zusammengefasst wurden, die sowohl das

Spatelplatten-Verfahren wie auch das Tropfplatten-Verfahren berücksichtigt. Außerdem ist der Einsatzbereich der Untersuchungsmethode von „Fleisch und Fleisch-erzeugnissen“ auf „Lebensmittel“ im Allgemeinen erweitert worden (Amtliche Sammlung §35, 1984 (L06.00-21), 1985 (L06.00-21) und 2000 (L00.00-55)).

**Tabelle 7:** Vergleich der amtlichen Methoden nach § 35 LMBG der Ausgabe von 1984 (L06.00-21) und 1985 (L06.00-21) gegenüber jener von 2000 (L00.00-55)

Ausgabe	1984 (L06.00-21)	1985 (L06.00-21)	2000 (L00.00-55)
Tropfplatten-Verfahren	nein <sup>a</sup>	ja <sup>a</sup>	ja <sup>a</sup>
Spatelplatten-Verfahren	ja <sup>a</sup>	nein <sup>a</sup>	ja <sup>a</sup>
Untersuchung von Lecithinase (Eigelb-Vitellin)-positiven Staphylokokken	ja	ja	ja
Untersuchung von Lecithinase (Eigelb-Vitellin)-negativen Staphylokokken	evtl.	evtl.	ja
Genaue Charakterisierung der zu untersuchenden Kolonien	nein	nein	ja
Zahl der Kolonien für Koagulase-Test pro Platte	10 oder kleiner	10 oder kleiner	5 oder 10
Zahl der durch die Methode erfassten koagulase-positiven Staphylokokken	geringer	geringer	größer

<sup>a</sup> Anmerkung: Die Ausgaben der Amtlichen Sammlung von 1984 und 1985 sind ergänzend zueinander; die Ausgabe der Amtlichen Sammlung von 2000 beinhaltet zwei Verfahren (Tropf- und Spatelplatte)

## 8 Die Mund-, Nasen- und Rachenflora des Menschen

Die menschliche Mund-, Nasen- und Rachenflora setzt sich aus verschiedenen Bakterien zusammen (BRIDGES-WEBB et al., 1971; KLYUTMANS et al., 1997). Staphylokokken sind in der Umgebung des Menschen ubiquitär vorhanden. Primär besiedeln sie die Schleimhäute des Nasopharynx und die Haut von Mensch und Tier (POLLEDO et al., 1985; GENIGEORGIS, 1989; BACHERT et al., 2002). Die Kolonisation der menschlichen Nase beginnt bereits in den ersten Lebenstagen. Die Prävalenz beträgt bei gesunden Menschen 10-50 %, und bei Krankenhauspatienten und -personal 60-80 %. Staphylokokken-Stämme aus der Nase können ebenso die Haut auf Handrücken, Fingern und im Gesicht kontaminieren (GENIGEORGIS, 1989). Auch die Mundhöhle stellt ein Reservoir für Staphylokokken dar (JACKSON, 2000; SMITH et al., 2001). Die Prävalenzrate lag in verschiedenen Studien zwischen 9 % und 72 % (BRIDGES-WEBB et al., 1971; POLLEDO et al., 1985; SANJEEV et al., 1987; PEREIRA et al., 1999; HATAKKA et al., 2000; BACHERT et al., 2002). In Tabelle 8 sind Prävalenzen aus den oben genannten Studien zusammengefasst und verglichen. In allen Arbeiten handelte es sich bei den untersuchten Personen um gesunde Erwachsene. Manche Staphylokokken-Träger tragen den gleichen Stamm über Monate in ihrer Nase, während andere Stämme nur eine Woche oder noch kürzer persistieren. (Leedom et al., 1965; GENIGEORGIS, 1989, KLYUTMANS et al., 1997; HÖFFLER und BURKHARDT, 2002). Stuhlproben gesunder Menschen weisen in 5 bis 40 % ebenfalls geringe Mengen an Staphylokokken (max.  $5 \times 10^2$  KbE/g) auf. Bei Säuglingen waren es 64 % und Keimzahlen von  $10^3$  bis  $10^5$  KbE/ g. Die Kolonisation des Gastrointestinaltraktes kann bis zu 24 Monate andauern (GENIGEORGIS, 1989).

In einer australischen Studie von BRIDGES-WEBB et al. (1971) über die bakterielle Keimflora in Nase, Rachen und Ohren von 56 Familien in Traralgon, Victoria, wurden insgesamt 258 Personen untersucht. Es fanden sich sowohl apathogene Bakterien, darunter vor allem Kokken wie *Streptococcus viridans*, ahämolytische Streptokokken, Mikrokokken und apathogene Staphylokokken sowie Neisserien. Des Weiteren kamen aber auch pathogene Bakterien vor; am häufigsten *Staphylococcus aureus*. In den meisten Fällen waren diese allerdings nicht mit Krankheitssymptomen verbunden. Dabei war kein direkter Zusammenhang zwischen einer bestimmten Bakterienflora und einer respiratorischen Erkrankung zu erkennen.

**Tabelle 8:** Studien zur Prävalenz von koagulase-positiven Staphylokokken beim Menschen

Anzahl der untersuchten Personen	Anzahl der untersuchten Proben	Ort der Untersuchung	Prävalenz <i>Staphylococcus aureus</i> /koagulase-positiver Staphylokokken (in %)	Referenz
258	129	Nasenhöhle	44,2	BRIDGES-WEBB et al. (1971)
	138	Rachen	25	
	100	Ohren	7	
300	300	Nasenhöhle	27,6	POLLEDO et al. (1985)
k. A.	101	Rachen	49,5	SANJEEV et al. (1987)
	78	Handflächen	51,3	
30	30	Nasenhöhlen	71,4	PEREIRA et al. (1999)
		Rachen		
111	136 <sup>b</sup>	Nasenhöhle	29	HATAKKA et al. (2000)
117	153 <sup>b</sup>	Handflächen	9	

<sup>b</sup> Mehrfachbeprobung möglich

Auch gab es nur eine geringe Korrelation zwischen den Proben von Nase, Rachen und Ohr, und keine Korrelation zwischen der An- und Abwesenheit von pathogenen und apathogenen Organismen. Bei 30 % der im Rachenraum genommenen Tupferproben fanden sich potentiell pathogene Bakterien. 63 % der Personen waren bei einer oder mehreren Proben *Staphylococcus-aureus*-positiv (siehe auch Tabelle 8). Bezeichnenderweise waren 54 % der untersuchten Kinder im Alter zwischen fünf und neun Jahren bei Untersuchung der Nasenhöhlen *Staphylococcus-aureus*-positiv gegenüber 36 % der Erwachsenen (BRIDGES-WEBB et al., 1971). In anderen Studien waren 64 % (JACKSON et al., 2000) bzw. 33 % (MIYAKE et al., 1991) der untersuchten Proben aus der Mundhöhle von gesunden Kindern *Staphylococcus-aureus*-positiv.

## 8.1 Staphylokokken in der Nase: Vorkommen, Risiken und Maßnahmen

Bestimmte Menschen haben ein höheres Risiko als andere, an Staphylokokken induzierten Infektionen zu erkranken. In einer Studie von BACHERT et al. (2002) konnte festgestellt werden, dass ein Zusammenhang zwischen Toxin von Staphylokokken aus der Nasenflora und chronischen Entzündungen der Atemwege, wie Rhinitis oder Nasenpolypen besteht. Allerdings ist dieser Zusammenhang noch nicht ausreichend erforscht. Auf jeden Fall fungiert das durch Staphylokokken gebildete Toxin als „Superantigen“ bei der Pathogenese von allergischen und nicht-allergischen Atemwegserkrankungen (BACHERT et al., 2002). Ebenso existiert ein Zusammenhang zwischen den bei diesen Menschen in der Nasenflora vorhandenen *Staphylococcus aureus* und deren Infektionsrisiko. So sind 90 % aller Patienten mit *Staphylococcus-aureus*-Infektionen selbst Staphylokokken-Träger (HÖFFLER und BURKHARDT, 2002). Besonders im intensivklinischen Bereich, bei chirurgischen Eingriffen und im Bereich der Hämodialyse besteht ein erhöhtes Risiko der Infektion mit *Staphylococcus aureus* aus der Nase (HÖFFLER und BURKHARDT, 2002; UTTLEY et al., 2004). Als Prophylaxe bei operativen Eingriffen wurde eine Maßnahme entwickelt, um das Infektionsrisiko bereits an der Ursache zu bekämpfen: die Mupirocin-Therapie. Bei Trägern von *Staphylococcus aureus* in der Nase, welche vorher als solche durch Nasenabstriche identifiziert werden, wurde durch eine nasale Applikation des Antibiotikums Mupirocin eine Reduktion der Keimzahlen erreicht (KALMEIJER et al., 2002; LAUPLAND und CONLY, 2003; HÖFFLER und BURKHARDT). Allerdings konnte bei den meisten Untersuchungen keine Verringerung der postoperativen Wundinfektionen festgestellt werden, wohl aber ein Rückgang an nosokomialen Infektionen (PERL et al., 2002; KALMEIJER et al., 2002). Bei einer Untersuchung über Hämodialyse-Patienten wurde hingegen ein signifikanter Abfall von *Staphylococcus-aureus*-Infektionen der Austrittsstelle festgestellt. In diesem Fall wurde das Mupirocin allerdings direkt auf die Katheteraustrittsstelle und nicht nasal appliziert (UTTLEY et al., 2004). Im Hinblick auf weitere Resistenzbildungen ist nicht zu empfehlen, eine routinemäßige Prophylaxe im Klinikumfeld bei solchen Patienten durchzuführen, welche zwar *Staphylococcus-aureus*-Keimträger sind aber nicht zu den oben genannten Risikogruppen gehören. Im nicht-invasiven Bereich ist der Nutzen einer intranasalen Mupirocin-Therapie nicht nachweisbar (WERTHEIM et al., 2004). Auch in der Lebensmittelproduktion sind therapeutische Maßnahmen wegen der Konsequenzen hinsichtlich möglicher Resistenz-

bildungen abzulehnen, wenn nicht ein direkter Zusammenhang zwischen einem bestimmten Mitarbeiter und dem Ausbruch einer Staphylokokken-bedingten Lebensmittelvergiftung vorliegt (NN, 2004 d).

Bei gesunden Menschen ist *Staphylococcus aureus* ein regelmäßig vorgefundenes Bakterium der physiologischen Flora des vorderen Nasenbereiches und der Haut. Dabei sind ein Drittel der Bevölkerung in Deutschland persistent durch *Staphylococcus aureus* besiedelt, ein Drittel ist *Staphylococcus-aureus*-negativ und ein weiteres Drittel gehört zu den Menschen, die eine intermittierende Besiedelung erfahren (HÖFFLER und BURKHARDT, 2002). So ergibt sich die mittlerweile gängige Unterteilung der Menschen hinsichtlich der Staphylokokken in der Nasenflora in die folgenden drei Gruppen: Persistente Träger, intermittierende Träger und Nicht-Träger (LEEDOM et al., 1965; KLYUTMANS et al.; 1997 HÖFFLER und BURKHARDT, 2002). Der Mechanismus der Anheftung erfolgt über Adhärenzfaktoren die das Bakterium benutzt, um sich in der Nasenschleimhaut anzuheften. Dabei spielen die von Staphylokokken auf der Zelloberfläche gebildeten Teichonsäuremoleküle eine entscheidende Rolle (WEIDENMAIER et al., 2004).

In einer früheren Studie wurde eben diese Interaktion zwischen *Staphylococcus aureus* und der Nasenschleimhaut des Menschen beleuchtet. Damals konnte allerdings noch kein direkter Zusammenhang zwischen den Teichonsäuremolekülen und der Anheftung von *Staphylococcus aureus* hergestellt werden (PEACOCK et al., 2001).

## **8.2 Unterschiedliche Einflussfaktoren für Staphylokokken und andere Bakterien**

Es hat sich gezeigt, dass verschiedene Faktoren einen Einfluss auf das Vorhandensein von Staphylokokken in der Nasenflora des Menschen haben können.

Ein Faktor ist hier das Geschlecht der Träger. Bei den Untersuchungen von POLLEDO et al. (1985) traten häufiger bei männlichen als bei weiblichen Mitarbeitern koagulase-positive Staphylokokken auf (siehe Tabelle 9 und Kapitel 8). Bei einer Untersuchung von AUSTIN et al. (2003) in einem saudiarabischen Krankenhaus wurden Patienten aus verschiedenen Abteilungen auf MRSA in der Nase untersucht. Von 240 untersuchten Personen waren hier 10 Personen MRSA-positiv, davon waren 9 männlich und eine Person weiblich (AUSTIN et al., 2003) (siehe Tabelle 9). In einer weiteren Studie, in der die Nasenflora von Kindern unter zwei Jahren in Hinblick auf

SIDS (Sudden Infant Death Syndrome) und URTI (Upper Respiratory Tract Infection) untersucht wurde, war hingegen kein Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Kindern erkennbar. Allerdings hatten Jungen, die *Staphylococcus-aureus*-positiv waren, meist höhere Keimzahlen an Staphylokokken vorzuweisen als Mädchen (HARRISON et al., 1999). Eine Studie des CDC in den USA (NN, 2001) beschäftigte sich mit dem Auftreten von MRSA-bedingten Haut- und Weichteilinfektionen bei Insassen eines US-amerikanischen Gefängnisses. Dabei wurden auch Tupferproben der Nasenschleimhaut untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 dargestellt (NN, 2001). Anhand der Literatur lässt sich keine eindeutig höhere Prävalenzrate für Staphylokokken bei Männer gegenüber Frauen feststellen.

**Tabelle 9:** Untersuchungen des Staphylokokken-Status in der Nasenhöhle von männlichen und weiblichen Versuchspersonen im Vergleich

Untersuchte Staphylokokken-Gruppe	Anzahl untersuchter Männer	davon positiv (Prävalenzrate in %)	Anzahl untersuchter Frauen	davon positiv (Prävalenzrate in %)	Referenz
koagulase-positive Staphylokokken	190	31,1	106	20,8	POLLEDO et al. (1985)
MRSA	118	7,6	122	0,8	AUSTIN et al. (2003)
MRSA	516	2,5	1241	5,9	NN (2001)

Es besteht des Weiteren ein Zusammenhang zwischen der Tätigkeit eines Menschen und seiner Keimflora beziehungsweise seinem Immunstatus. Beispielsweise trugen 85 % von Mitarbeitern eines Labors, welches mit Staphylokokken-Enterotoxin arbeitete, spezifische Antikörper gegen Enterotoxine in sich, während eine Kontrollgruppe, die keinen Kontakt zu Enterotoxinen hatte, nur zu 23 % spezifische Antikörper aufwies (JOSEFCZYK et al., 1980). Bei POLLEDO et al. (1985) wurden bei Personen verschiedener Berufssparten innerhalb der Untersuchung Unterschiede bei den Prävalenzen gefunden. So waren 31 % der Arbeiter in Metzgereien und Schlachthöfen *Staphylococcus-aureus*-positiv gegenüber 43 % bei Angestellten im Catering und 53 % der Personen, die in Bäckereien arbeiteten.

Hinsichtlich der jahreszeitlichen Schwankungen bei der Zusammensetzung der Keimflora in der Mund-Nasen-Rachen-Flora gibt es ebenfalls verschiedene Angaben. Beispielsweise wurden in einer Untersuchung von MARCHISIO et al. (2001) die saisonalen Unterschiede von nasopharyngeal vorhandenen Pathogenen des Respirationstraktes (*Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* und *Moraxella catarrhalis*) bei 1580 gesunden italienischen Kindern untersucht. Dabei konnte ein Anstieg der Keimzahlen im Frühjahr und Herbst festgestellt werden. Allerdings war dieser Anstieg nur geringfügig und hatte keine klinische Relevanz. Die Schlussfolgerung aus dieser Studie war, dass der saisonale Einfluss auf die Prävalenz der Nasopharyngealflora bei gesunden Kindern vernachlässigbar ist (MARCHISIO et al., 2001). In einer weiteren Studie wurden  $\beta$ -hämolytische Streptokokken in der Rachenflora von Schulkindern aus der Region von Delhi, Indien, im Alter zwischen 5 und 15 Jahren über einen längeren Zeitraum untersucht. In dieser Untersuchung wurden ebenfalls signifikante Unterschiede bei den Keimzahlen gefunden. Diese waren in den Wintermonaten höher als in den Sommermonaten (PRAKASH und LAKSHMY, 1992).

Bei der Untersuchung der saisonalen Aktivität von Propolis, einem Antibiotikum, auf die Mikroflora wurden hingegen keine signifikanten Unterschiede bei den Überlebensraten von *Staphylococcus aureus* in verschiedenen Jahreszeiten festgestellt (SFORCIN et al., 2000). DRUSKO und SERRAO (1980) stellten bei 9,42 % des Flugpersonals eines Unternehmens, dessen Aufgabe das Catering auf internationalen Flügen war, koagulase-positive Staphylokokken fest. In den europäischen Wintermonaten stieg diese Rate auf 15 % an. POLLEDO et al. (1985) fanden bei den untersuchten Personen eine leichte Erhöhung der koagulase-positiven Staphylokokken in den Frühlingsmonaten.

## 9 Staphylokokken und deren Toxine bei Personal im Lebensmittelbereich

Es existieren einige Untersuchungen über Staphylokokken in der Mund-, Nasen- und Rachenflora, die im Rahmen der Herstellung bzw. der Behandlung oder Ausgabe von Lebensmitteln durchgeführt wurden und so einen Einblick in die vorhandene Problematik bieten. In einer Studie von SANJEEV et al. (1987) wurden Tupferproben vom Rachen (101 Proben) und von den Handflächen (78 Proben) von männlichen und weiblichen Arbeitern von sechs Fischverarbeitungsbetrieben in Indien analysiert. Dabei wurde *Staphylococcus aureus* bei 49,5 % der Proben aus dem Rachenraum



und bei 51,3 % von den Handflächen isoliert. In Indien sind zum Vergleich zwischen 32 % und 42 % der Bevölkerung Staphylokokken-positiv. 97,4 % der *Staphylococcus aureus*-Träger aus der Untersuchung trugen auch Enterotoxin-bildende Stämme in sich (SANJEEV et al, 1987). POLLEDO et al. (1985) fanden in ihren Untersuchungen auf koagulase-positive Staphylokokken bei 300 untersuchten Personen, die in der Lebensmittelproduktion tätig waren, eine Prävalenz von 27,6 %, 12 % der Personen trugen Enterotoxin-produzierende Stämme (POLLEDO et al., 1985). DRUSKO und SERRAO (1980) wiesen bei Flugpersonal eine Prävalenz von koagulase-positiven Staphylokokken von 9,42 % nach. Dagegen fanden HATAKKA et al. (2000), die ebenfalls Personal einer Fluggesellschaft auf Staphylokokken untersucht hatten, mit 29 % der Proben aus den Nasenhöhlen eine deutlich höhere *Staphylococcus aureus*-Rate. Von diesen Isolaten wiederum bildeten 12 % Enterotoxine (HATAKKA et al., 2000). In Tabelle 10 sind unterschiedliche Studien gegeneinander aufgetragen, in denen zusätzlich die Verteilung der Enterotoxine innerhalb der gefundenen *Staphylococcus aureus*-Isolate untersucht wurde.

**Tabelle 10:** Enterotoxinproduktion bei *Staphylococcus aureus*-Isolaten

	SANJEEV et al. (1987)	POLLEDO et al. (1985)	HATAKKA et al. (2000)
Gesamtzahl der toxin- bildenden Isolate	128	36	32
	Verteilung der Enterotoxine innerhalb der Staphylokokken-Isolate in % (Bildung mehrerer Toxine durch ein Isolat möglich)		
SEA	34,4	33,3	12,5
SEB	11,7	22,2	12,5
SEC	23,4	19,4	9,4
SED	26,6	5,6	6,3
SEE	4,7	2	k. A.

In einer Untersuchung des Robert Koch-Institutes, die auf einen Ausbruch mit elf Fällen von Lebensmittelvergiftung Bezug nahm, die durch den Verzehr von Schwarzwälder Schinken eines bestimmten Herstellers hervorgerufen wurden, wurden ebenfalls die Zusammenhänge zwischen Staphylokokken-Isolaten im Schinken und jenen in der Mund-Nasen-Rachen-Flora des Personals untersucht. Dabei wurden identische Isolate bei mehreren unterschiedlichen Schinkenproben und Tupferproben aus der Nase von einem Mitarbeiter des Herstellerbetriebes festgestellt. Durch Genotypisierung und Pulsfeld-Gel-Elektrophorese konnte ermittelt werden, dass es sich bei den zwei zentralen Isolaten um klonale Gruppen tierischen Ursprungs handelte. Dies gab einen Hinweis darauf, dass besagter Mitarbeiter durch den Umgang mit Schweinefleisch im Herstellerbetrieb infiziert wurde. In diesem Fall konnte die Herkunft des die Vergiftung auslösenden *Staphylococcus aureus* nicht vollständig aufgeklärt werden (NN, 1997 b).

In einer Broschüre des irischen National Disease Surveillance Centre (NDSC) wurde 2004 der Zusammenhang von Lebensmittelerkrankungen und im Lebensmittelgewerbe tätigen Personen beleuchtet. In dieser wurde die Empfehlung gegeben, dass Staphylokokken-Träger nicht aus dem Prozess der Lebensmittelherstellung ausgeschlossen werden sollten. Auch wurde hier davon abgeraten, diese wegen ihrer Besiedlung der Nasenschleimhaut antibiotisch zu behandeln. Für den Fall eines Ausbruchs von Lebensmittelvergiftung auf Grund der Staphylokokken eines bestimmten Angestellten könnte die Behandlung allerdings erwogen werden (NN, 2004 e).

Abgesehen vom Lebensmittelbereich spielen auch in Krankenhäusern, Kliniken, Arzt- und Zahnarztpraxen präventive Schutzmaßnahmen eine Rolle (JOSEFCZYC et al., 1980; ROGERS, 1980; RANSJÖ, 1986; WIEHL und GUGGENHEIM, 1993; DASCHNER und SCHUMPELICK, 2002). Allerdings ist im Lebensmittelbereich wiederum nicht nur die Personalhygiene im herstellenden Betrieb ausschlaggebend, sondern auch der Umgang des Endverbrauchers mit den Lebensmitteln (ANGELILLO, 2001), da viele Fälle von Lebensmittelvergiftungen mit Fehlern der Zubereitung im Haushalt zusammenhängen. So ereigneten sich beispielsweise 26 % der Ausbrüche von Lebensmittelvergiftungen in den USA im Jahr 2001 in privaten Haushalten (NN, 2004 e), wobei in diesen Daten nur angegeben war, wo der Ausbruch stattgefunden hatte, nicht aber der Ort der Kontamination.

Was die rechtlichen Vorgaben im Zusammenhang mit in der Lebensmittelherstellung tätigem Personal angeht, sieht die Fleischhygieneverordnung in der Anlage 2, Kapitel II Nummer 1 folgende Vorschriften „für das Personal.... in Räumen, in denen Fleisch gewonnen, zubereitet oder behandelt wird“ vor: „Personen die mit krankem oder infiziertem Fleisch in Kontakt gekommen sind, haben unverzüglich Hände und Arme mit warmem Wasser gründlich zu waschen und zu desinfizieren. Das Personal hat eine leicht waschbare, saubere Arbeitskleidung und eine saubere Kopfbedeckung tragen“ (Fleischhygiene-Verordnung, 2001,). „In den Räumen dürfen weder Speisen eingenommen noch darf geraucht werden. Behältnisse mit Getränken dürfen nicht in Arbeitsräume verbracht werden“ (Fleischhygiene-Verordnung, 2001).

## 10 Zum Mundschutz

Das Thema Mundschutz im Bereich der Lebensmittelhygiene fand bisher in der wissenschaftlichen Literatur wenig Beachtung (NN, 2004 e). Die meisten Autoren befassen sich mit dem Tragen von Mundschutzen im Operationssaal (MUXFELDT, 1968; LIPP und EDWARDS, 2002) oder im Umgang mit Patienten in Krankenhäusern (RANSJÖ, 1986), beispielsweise Intensivpatienten oder Patienten mit AIDS.

**Abbildung 1:** Mundschutz auf der Intensivstation in Kliniken



Quelle: NN (2004 a)

Ein weiterer Bereich, in dem Mundschutze Beachtung finden, ist im Rahmen der Pädiatrie, da bei der Arbeit mit Kindern zwischen Hygienemaßnahmen einerseits und einer Bedrohlichkeit durch Kittel und Mundschutz andererseits abgewägt werden muss (FENNER und DASCHNER, 1992). Des Weiteren ist der Mundschutz von Bedeutung in der zahnärztlichen Praxis, wo er als gegenseitiger Schutz zwischen zahnmedizinischem Personal und Patienten dient. Bei WIEHL und GUGGENHEIM (1993) wurde speziell darauf hingewiesen, dass der Mundschutz nur im trockenen Zustand Wirkung zeigt und, sobald er nass ist, ausgetauscht werden sollte. Ein zusätzliches Kriterium für seine Wirksamkeit ist der erhöhte Atemwiderstand, der zu spüren sein muss (WIEHL und GUGGENHEIM, 1993).

Eine Studie befasste sich mit der Kolonisation von Krankenhauspersonal auf einer Station, die auf Verbrennungen spezialisiert war. Im Zentrum der Untersuchung stand die Frage, ob die Kolonisation des Personals sich verändern würde, je nach dem ob es Mundschutz trüge oder nicht. In dieser Studie wurden unabhängig davon, ob mit oder ohne Mundschutz gearbeitet wurde, keine Unterschiede im Neuerwerb von Streptokokken oder Staphylokokken beim Personal festgestellt (RANSJÖ, 1986). In der Broschüre des National Disease Surveillance Centre in Irland (siehe auch Kapitel 9) wurde kurz auf die rechtlich vorgegebene Pflicht des Tragens von Mundschutzen bei der Herstellung von Hackfleisch eingegangen (siehe auch Kapitel 10.2). Allerdings wurden keine zusätzlichen Empfehlungen im Bezug auf das Tragen von Mundschutzen gegeben (NN, 2004 e).

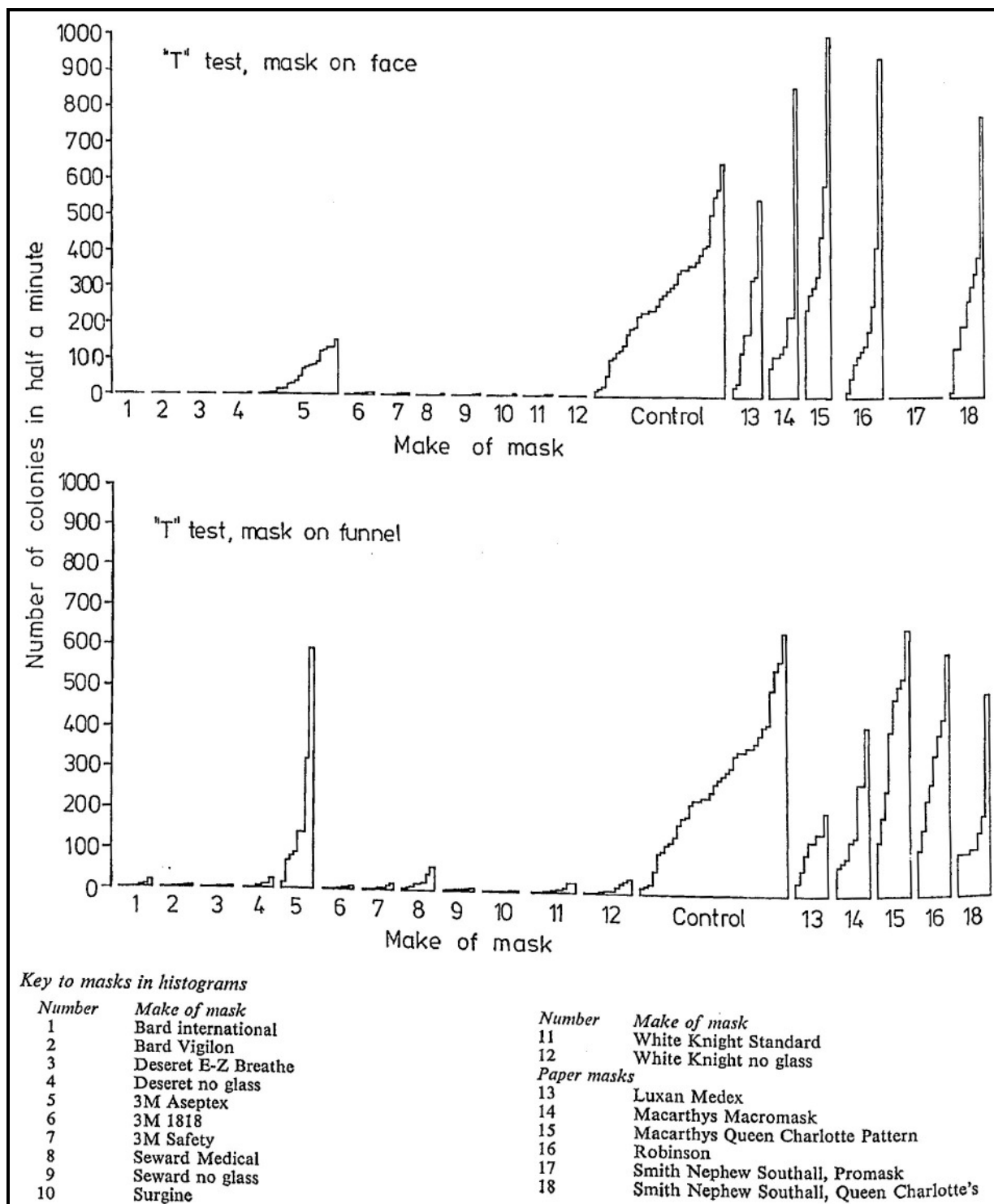
### **10.1 Effizienz von Mehrweg- und Einwegmundschutzen**

Laut MUXFELDT (1968) ist das Tragen eines Mundschutzes bei Operationen hygienerelevant. Der Mundschutz sollte alle Mikroorganismen aus der Expirationsluft zurückhalten. Um das zu erreichen gibt es verschiedene Arten von Mundschutzen (Gaze, Musselinstoffe, Fliesstoffe, Schaumstoff usw.). Ebenfalls wichtig für die Wirkung ist ein korrekter Sitz, d.h. Nase und Mund sollten bedeckt sein. Husten, Niesen, Lachen und Sprechen steigert den Anteil an Bakterien, die die Maske passieren können (MUXFELDT, 1968).

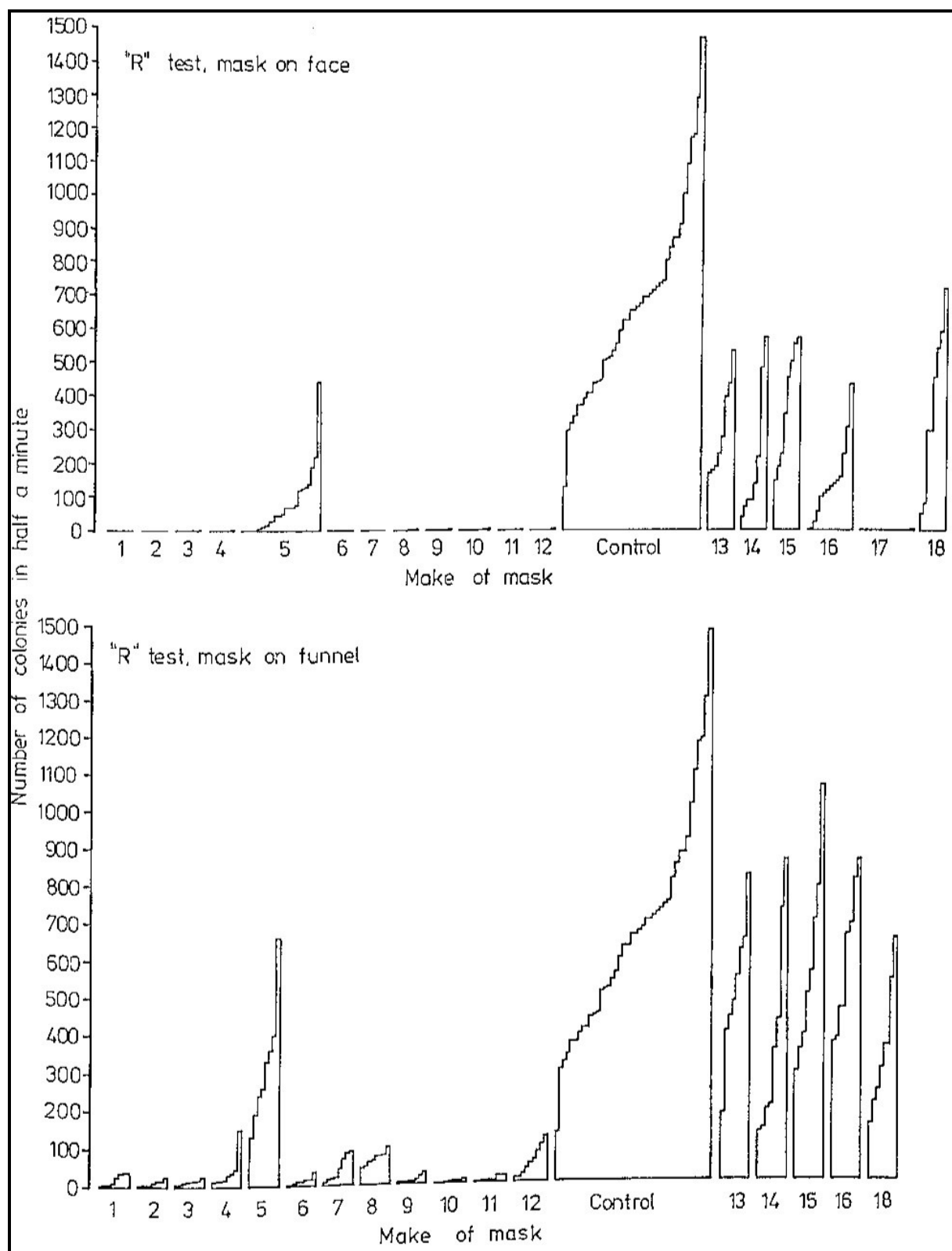
In einer Arbeit von ROGERS (1980) wurden verschiedene damals in England handelsübliche Masken unter praxisähnlichen Bedingungen daraufhin geprüft, inwieweit sie einen Schutz sowohl für den Träger als auch für den Patienten bieten. Bei den Untersuchungen aus der vorhandenen Studie wurde ein 7,8 cm dicker Glas-

trichter verwendet und mit einem Luftkeimzahlmessgerät verbunden. Mit diesem Versuchsaufbau wurden die durch den Mundschutz übertragenen Bakterien in KbE pro 30 Sekunden gemessen. Der Mundschutz wurde sowohl auf einem Trichter befestigt als auch von einer Versuchsperson angezogen getestet. Um möglichst praxisnahe Bedingungen im OP oder bei einer aseptischen Behandlung auf einer Klinik-Station zu simulieren, wurden so genannte „T-Tests“ und „R-Tests“ durchgeführt. Bei ersterem wurde ein lautes „Tut“ in den Mundschutz gesprochen, bei letzterem ein „spuckendes“ R oder „Raspberry“ aus jeweils 2 cm Entfernung (siehe auch die Abbildungen 2 und 3). Es stellte sich heraus, dass OP-Masken aus synthetischen Materialien für den Träger angenehm waren, da durch sie leicht zu atmen war, und diese Masken für den Patienten ausreichenden Schutz bieten konnten. Allerdings stellten sie für den Träger einen leicht geringeren Schutz dar. Im Gegensatz dazu boten günstigere Papiermasken insgesamt weniger Schutz sowohl für den Träger als auch für die Patienten, mit Ausnahme der „Smith Nephew Southall Promask“ (siehe Abbildungen 2 und 3, Nr. 17). Bei Trägern der „Promask“ wurde der Patient gut geschützt, Luftaustausch durch die Maske war für den Träger allerdings kaum möglich, wodurch dieser fast nur unfiltrierte Luft einatmet. Alle anderen Papier-Masken ließen bakterienbeladene Partikel beinahe ungefiltert passieren (ROGERS, 1980).

Da die nasopharyngeale *Staphylococcus-aureus*-Rate bei OP-Personal zwischen 29 % und 42 % liegen kann, und Menschen häufig ihre Nasen mit den Händen berühren, wurde der Gebrauch von Mundschutzen im Bereich von OP und Abteilungen in Kliniken während aseptischen Eingriffen im größeren oder kleineren Rahmen vorgenommen werden, empfohlen (ROGERS, 1980). Allerdings lassen die Untersuchungen von RANSJÖ (1986) auch den gegenteiligen Schluss zu.

**Abbildung 2:** Ergebnisse des „T-Tests“ bei Mundschutzen (nach Rogers, 1980)

Quelle: ROGERS (1980)

**Abbildung 3:** Ergebnisse des „R-Tests“ bei Mundschutzen (nach Rogers, 1980)

Quelle: ROGERS (1980)

## 10.2 Vorschriften und Normen zum Thema Mundschutz

Dem Vergleich mit mehrschichtigen Mundschutzen, wie sie im Operationsumfeld Verwendung finden, können die in dieser Arbeit untersuchten einfachen nur der CE-Norm entsprechenden Mundschutze, nicht standhalten (NN, 2002 b). Diese Norm setzt sich aus europäischen Richtlinien zusammen, die grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen für technische Produkte festlegen. Zu diesen Produkten zählt auch die persönliche Schutzausrüstung (NN, 2004 b).

Diese relativ geringe Reglementierung ist dadurch bedingt, dass es sich um einen Produktschutz handelt und nicht um einen Personenschutz, wie beispielsweise für den Atemschutz, für den die Europäische Norm EN 194 besteht (NN, 1997 a).

In der Hackfleisch-Richtlinie ist im Anhang I, Kapitel I Nummer 3 zum Tragen von Mundschutzen in der Hackfleischproduktion folgendes bestimmt: "Bei der Zubereitung von Hand müssen die mit der Herstellung von Hackfleisch/ Faschiertem beschäftigten Personen eine Mund- und Nasenmaske tragen". (Hackfleisch-Richtlinie 94/65 EG, 1994). Auf diese Richtlinie wird auch in der Broschüre des National Disease Surveillance Centre Bezug genommen (NN, 2004 e, siehe auch Kapitel 10).



## C MATERIAL UND METHODEN

Einführend soll darauf hingewiesen werden, dass eine Unterscheidung zwischen den untersuchten Mundschutzen der einzelnen Mitarbeiter und den Mitarbeitern selbst notwendig ist, da aufgrund der Schichtarbeit in Betrieb A nicht die jeweils gleiche Anzahl von Mundschutzen je Mitarbeiter in die Studie aufgenommen werden konnte. Zur besseren Lesbarkeit soll jedoch im Verlauf dieser Arbeit nicht von „Mitarbeitern deren Mundschutze untersucht wurden“ die Rede sein, sondern von „Mitarbeitern“.

### 1 Die Hackfleischproduktionsbetriebe

Die im Rahmen dieser Studie untersuchten Mundschutze stammen von zwei süddeutschen EU-zugelassenen Schlacht- und Zerlegebetrieben mit Hackfleischproduktion. Die Betriebe werden im Folgenden mit den Buchstaben A und B bezeichnet.

Am Betrieb A waren im Zeitraum der Untersuchung, die vom April 2002 bis Januar 2003 stattfand, insgesamt ungefähr 180 Mitarbeiter beschäftigt, am Betrieb B ca. 120 Personen. Die Produktion an beiden Betrieben erfolgte durch betriebseigene Mitarbeiter sowie durch beauftragte Dienstleistungsunternehmen. Im Betrieb A existierten zwei parallele Schlachtlinien, eine für die Schweineschlachtung und eine zweite für die Rinderschlachtung, während am Betrieb B nur eine Produktionslinie, nämlich die für die Schweineschlachtung vorhanden war. Am Betrieb A wurde also das Rindfleisch aus dem eigenen Schlacht- und Zerlegeprozess direkt in die Hackfleischproduktion eingearbeitet, während am Betrieb B Rindfleisch von anderen Schlachtbetrieben zugekauft wurde.

**Tabelle 11:** Eckdaten der beiden untersuchten Schlachtbetriebe im Vergleich

	Betrieb A	Betrieb B
Angestellte	180	120
Schweineschlachtung	ja	ja
Geschlachtete Schweine pro Woche	4500-5000	3200
Rinderschlachtung	ja	nein
Geschlachtete Rinder pro Woche	1800	-

Bei der Hackfleischproduktion wurden an beiden Betrieben drei Sorten Hackfleisch hergestellt: Schweinehackfleisch, Rinderhackfleisch und gemischtes Hackfleisch (mit 51 % Schwein, 49 % Rind). Im Durchschnitt wurden zum Zeitpunkt der Untersuchung über das Jahr ca. 1/3 Schweinehackfleisch, 1/3 Rinderhackfleisch und 1/3 gemischtes Hackfleisch hergestellt. Die Produktion wurde über das Jahr entsprechend der Marktlage angepasst. Beispielsweise wurde zur Zeit der BSE-Krise weniger Rinderhackfleisch und gemischtes Hackfleisch produziert.

Die Produktion am Betrieb A lieferte pro Woche ca. 110 Tonnen Fleisch bei einer Schlachtung von durchschnittlich 4500 bis 5000 Schweinen pro Woche, am Betrieb B wurden ca. 75 Tonnen bei einer Schlachtung von 3200 Schweinen pro Woche produziert. Zusätzlich wurden am Betrieb A ungefähr 1800 Rinder pro Woche geschlachtet.

### 1.1 Ablauf der Hackfleischproduktion und Mitarbeiterereinsatz in Betrieb A

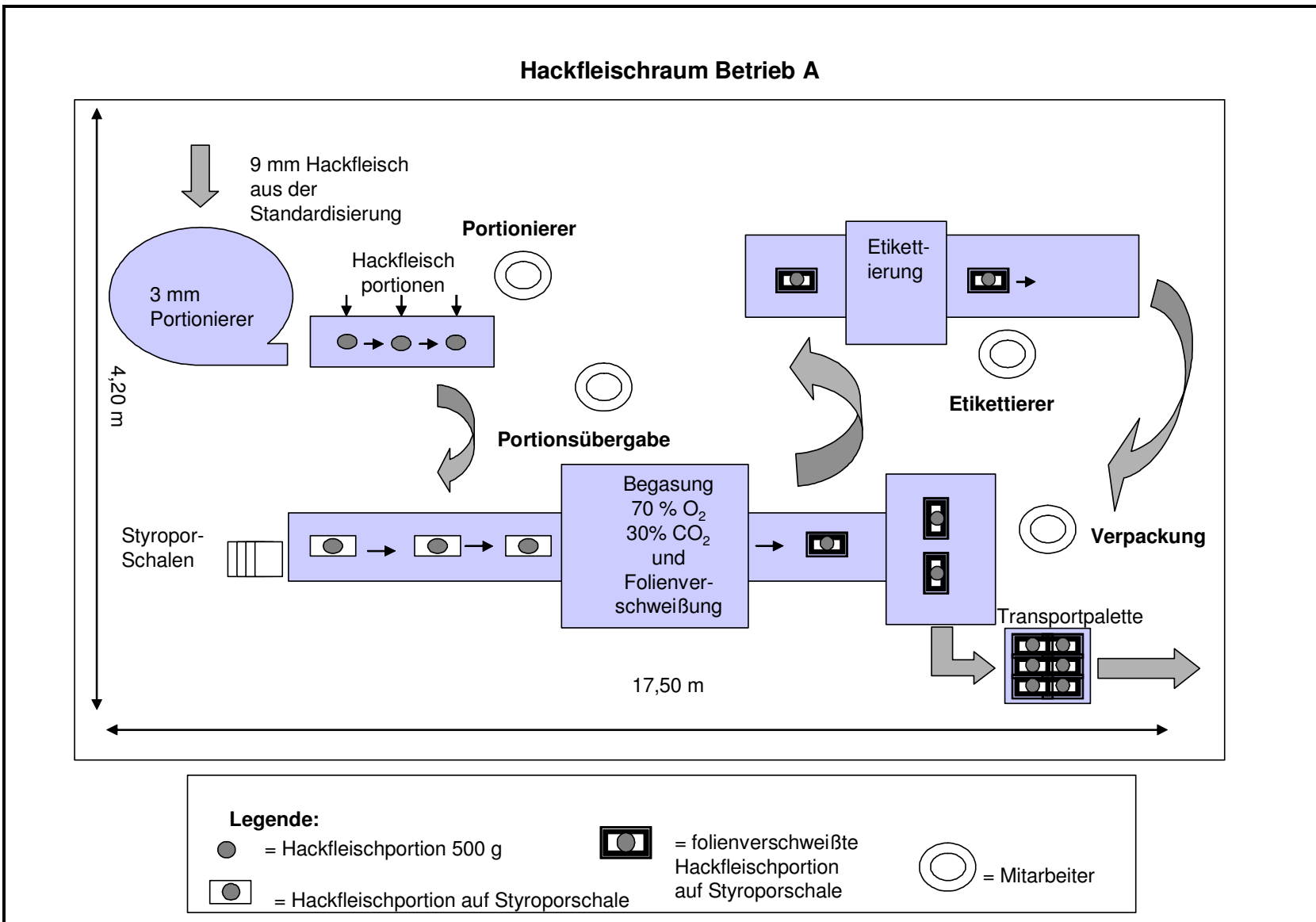
Die aus mehreren Arbeitsschritten bestehende Hackfleischproduktion wird im nachfolgenden Abschnitt am Beispiel von Betrieb A beschrieben. Die Produktion am Betrieb B war analog aufgebaut. Zunächst ist festzuhalten, dass die Mundschutze über die Vorschriften der FIHV hinausgehend am Betrieb A bereits in der Zerlegung sowie, konform zur FIHV, während jedes Produktionsschrittes des Hackfleisches von allen Mitarbeitern, die den Produktionsraum betraten, getragen wurden. In beiden Betrieben fand eine so genannte „offene“ Produktion statt.

Die Hackfleischproduktion setzte sich aus mehreren Schritten zusammen: Bei der **Feinzerlegung** wurden die Tierkörperhälften beziehungsweise -viertel aus der Grobzerlegung manuell durch die jeweiligen Mitarbeiter weiter in das so genannte „Ladenfleisch“ (Kotelett, Filet, Roastbeef etc.) zerteilt, welches in der Regel am Stück verpackt und verkauft wurde, und das so genannte „Verarbeitungsfleisch“, das beispielsweise zur Wurstwaren- oder, wie in diesem Falle, zur Hackfleischproduktion herangezogen wurde. Im Betrieb A fand die Zerlegung von Rindfleisch und Schweinefleisch getrennt statt. Bei der so genannten **Standardisierung** wurden die Fleischstücke zur Herstellung von Hackfleisch auf eine Faserlänge von 9 mm zerkleinert. Dieser Verarbeitungsschritt diente der besseren Einstellbarkeit des vorgeschriebenen maximalen Fett- und Bindegewebsgehaltes beim Endprodukt. Diese Messungen und die Entscheidung, welche Hackfleisch-Chargen gemischt werden, um einen optimalen Fettgehalt zu erreichen, wurden durch den gleichen

Mitarbeiter vorgenommen wie die Zerkleinerung auf 9 mm. Anschließend folgte die **Portionierung**, wo das auf 9 mm und einen optimalen Fettgehalt standardisierte Fleisch in einem Portionierer auf 3 mm Faserlänge zerkleinert und in 500-g-Portionen aufgeteilt wurde. Bei der **Portionsübergabe** nahm ein Mitarbeiter die Hackfleischportion manuell vom Band der Portioniermaschine und legte sie auf Styroporschalen des Verpackungsbandes. Im Arbeitsschritt **Verpackung** folgte das Verschweißen der Portionsschale mit Folie in einer Atmosphäre von 70 % O<sub>2</sub> und 30 % CO<sub>2</sub>. Bei der **Etikettierung** wurden die verschlossenen Hackfleischportionsschalen aus den Kisten genommen und mit einem Etikett versehen. Dann wurden sie wieder in die Kisten gelegt und für den Weitertransport an den Abnehmer auf Paletten verbracht. Die Hackfleischproduktion des Betriebes B war analog zur Produktionslinie am Betrieb A aufgebaut. Allerdings wurde in der Untersuchung keine so differenzierte Unterteilung vorgenommen, sodass sich die Funktionen der Mitarbeiter hier nur in „Hackfleischproduktion“ und „Zerleger“ aufgliedern (siehe auch Ergebnisteil). Der größte Teil, nämlich 90 % der Mitarbeiter von Betrieb B, deren Mundschutze untersucht wurden, waren Zerleger.

Die Abbildung 4 zeigt schematisch den oben beschriebenen Hackfleischproduktionsprozess am Beispiel des Betriebes A.

**Abbildung 4:** Schematische Darstellung des Hackfleischverarbeitungsprozesses am Beispiel von Betrieb A



## 1.2 Zum Mundschutz

Die Mundschutze stammten ausschließlich von Personen, die in der Hackfleischverarbeitung und der dem Produktionsprozess direkt vorgelagerten und für das Hackfleisch bestimmten Zerlegungsbereich arbeiteten. Es wurden zwei verschiedene Mundschutz-Arten in den Betrieben verwendet und in die vorliegende Studie einbezogen. Zum einen ein einlagiger Papiermundschutz, zum anderen ein Mundschutz aus Schaumstoff. Beide Arten dienen dem Produktschutz und sind nicht als Atemschutz einsetzbar.

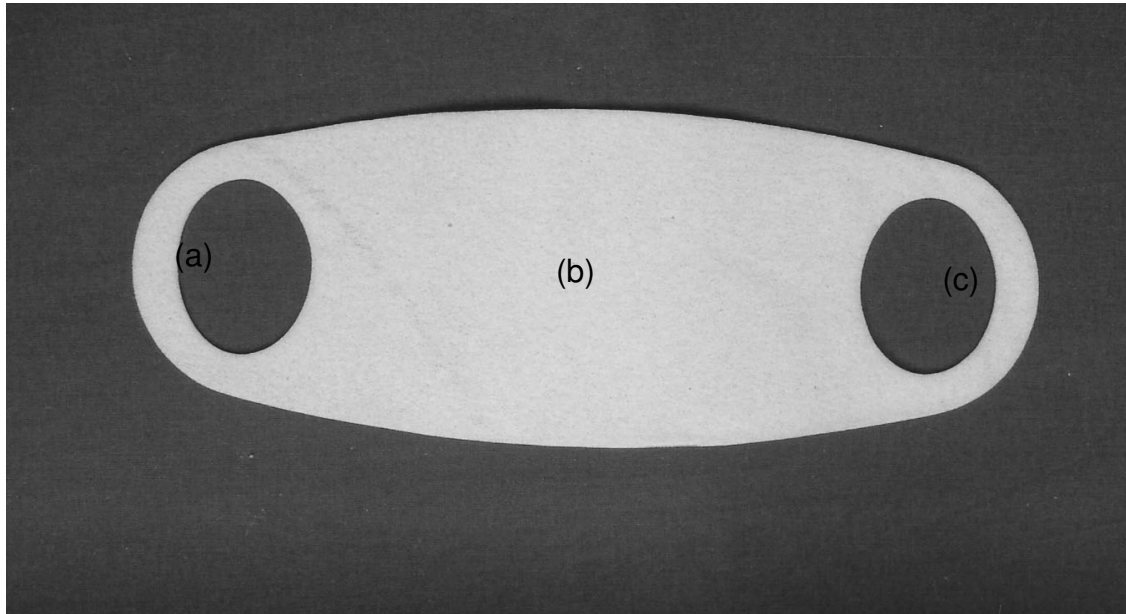
**Abbildung 5:** Schaumstoffmundschutz (links) und Papiermundschutz (rechts) am Modell



Der **Schaumstoffmundschutz** bestand aus einer Schicht ca. 2 mm dicken, kleinporigen Schaumstoffes. Zur Befestigung hinter den Ohren waren beidseitig ovale Löcher aus dem Material gestanzt, so dass am Rand ein ca. 1,5 cm starker Steg stehen blieb (siehe Abbildungen 5 und 6). Der **Papiermundschutz** bestand aus einer Lage weichen, dicht gewebten Papiervlieses. Zur besseren Anpassung an die Gesichtsform war das Material in Querfalten geschlagen.

Am Rand war auf beiden Seiten jeweils ein Gummiband eingenäht mit dem der Mundschutz hinter den Ohren fixiert werden konnte (siehe Abbildungen 5, 7 und 8).

**Abbildung 6:** Schaumstoffmundschutz (Foto)



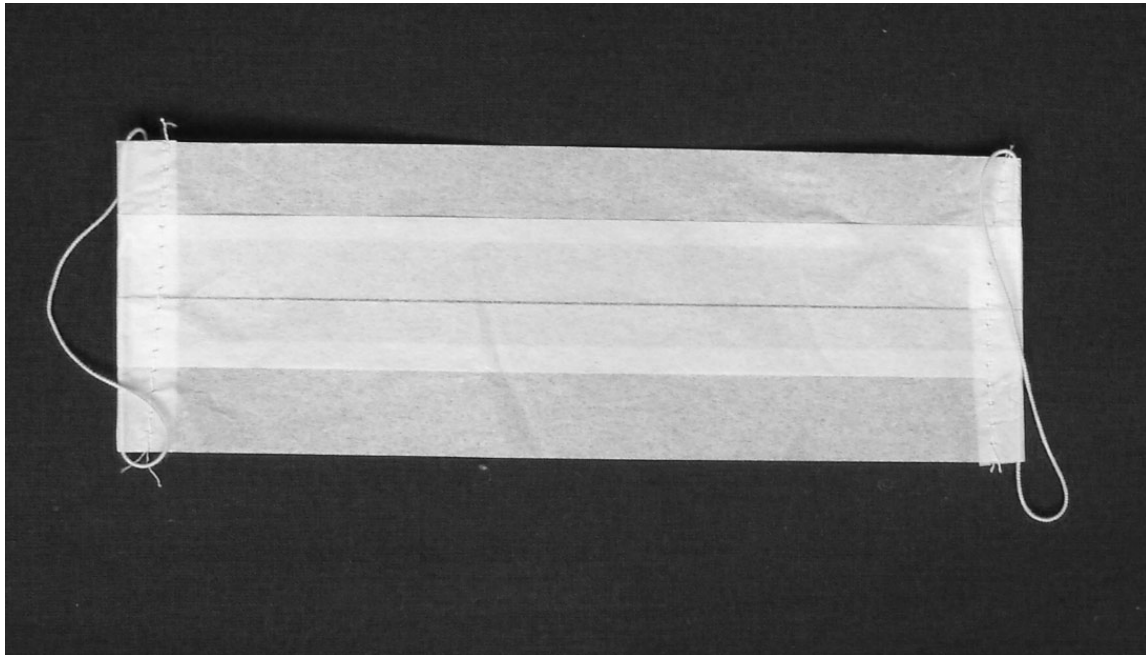
Legende:

(a): Steg (zur Befestigung hinter den Ohren)

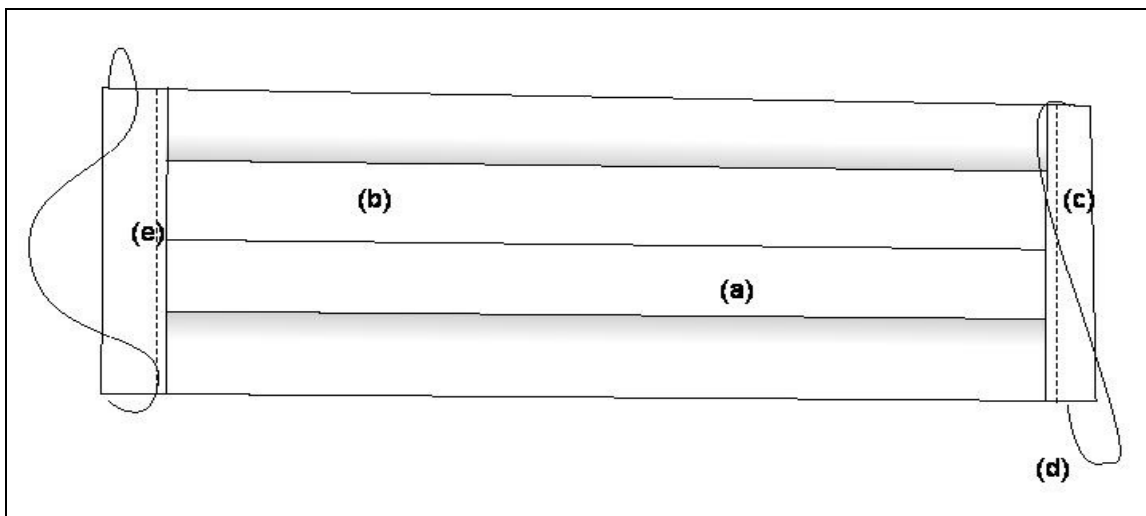
(b): Schaumstoffmundschutz-Fläche

(c): Ausstanzung (zur Befestigung hinter den Ohren)

**Abbildung 7:** Papiermundschutz einlagig (Foto)



**Abbildung 8:** Papiermundschutz (Skizzenzeichnung)



Legende:

- (a): Papiermundschutz-Fläche
- (b): Falten zur Anpassung an das Gesicht
- (c): Rand
- (d): Gummiband zur Befestigung hinter den Ohren
- (e): Naht

## 2 Methoden

### 2.1 Probennahme

Insgesamt wurden 111 Mundschutze von 44 Personen aus einem Schlacht- und Fleischverarbeitungsbetrieb (Betrieb A) über einen Zeitraum von neun Monaten zwischen April 2002 und Januar 2003 untersucht. Aufgrund der Schichtarbeit in Betrieb A konnte nicht die jeweils gleiche Anzahl von Mundschutzen je Mitarbeiter in die Studie aufgenommen werden. Nach jeder Pause musste ein neuer Mundschutz angezogen werden, so dass die Tragedauer zwischen ein und zwei Stunden betrug. Aus Tabelle 12 ist ersichtlich, wie oft dabei Mundschutze jedes Mitarbeiters einbezogen wurden. Gelistet ist die absolute Anzahl der Proben pro Person („Häufigkeit“) sowie der prozentuale Anteil an der gesamten Probenmenge.

Um einen Vergleich für den im Zentrum stehenden Betrieb A zu bekommen, wurde eine einmalige Untersuchung der Proben von 51 Mitarbeitern eines zweiten Betriebes durchgeführt. Außerdem wurde ein nicht getragener Mundschutz untersucht, um die mikrobiologische Beschaffenheit „fabrikneuer Mundschutze“ zu erfassen. Da bei Betrieb B genau ein Mundschutz pro Person in die Studie aufgenommen wurde, erübrigt sich eine entsprechende Darstellung vergleichbar zu Tabelle 12.

In der untenstehenden Tabelle 12 sind die jeweiligen Tage aufgeführt, an denen die Proben untersucht wurden. Das Geschlecht der Mitarbeiter ist gelistet und jeder Person wurde eine Nummer zugeordnet, so dass die Werte im Folgenden besser zuzuordnen sind. Bei dem Mitarbeiter Portionierer 2 tritt ein Sonderfall auf: Am doppelt angekreuzten (grau hinterlegten) Untersuchungsdatum wurden zwei seiner Mundschutze untersucht, nämlich einer zwei Tage und ein zweiter neun Tage nach der Probennahme. Aus dieser Tabelle geht auch hervor, dass manche Mitarbeiter im gesamten Untersuchungszeitraum in der Hackfleischproduktion tätig waren, andere hingegen nur zeitweise. Abzulesen ist auch, wie häufig jeder Mitarbeiter im Laufe dieser Studie in die Untersuchungen eingegangen ist. Dabei ist sowohl die absolute Zahl der Proben einer Person aufgeführt, als auch der prozentuale Anteil, den dieser Mitarbeiter an der Gesamtheit der Proben hat.



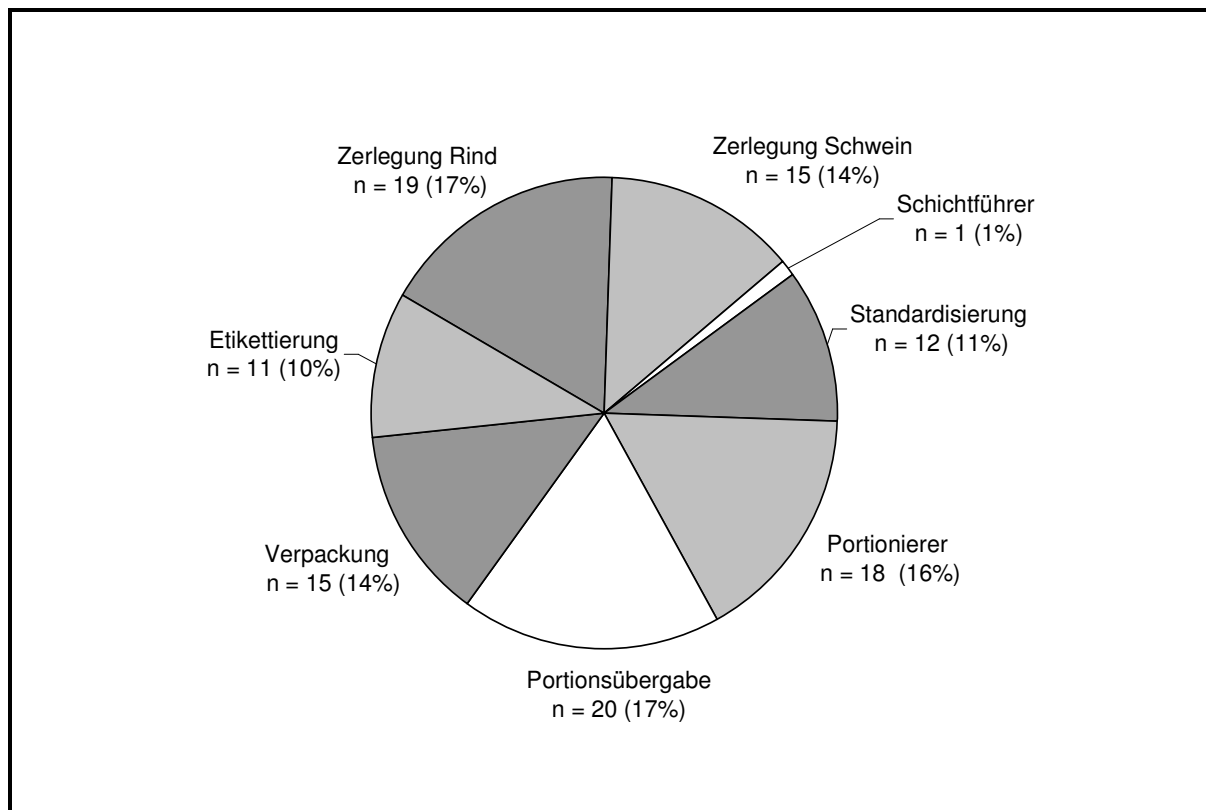
**Tabelle 12:** Untersuchungsdaten der einzelnen (codierten) Personen am Betrieb A inklusive der Untersuchungshäufigkeit

Person	Geschlecht	Position/Funktion	Code	Untersuchungsdatum															Häufigkeit	
				25.04.2002	16.05.2002	17.05.2002	26.06.2002	04.07.2002	16.07.2002	18.07.2002	25.07.2002	01.08.2002	25.10.2002	31.10.2002	07.11.2002	27.11.2002	04.12.2002	15.01.2003	abs.	%
1	männlich	Zerlegung Rind	ZR1	x					x									x	3	2,70
2	männlich	Zerlegung Rind	ZR2	x			x		x	x	x		x					x	7	6,31
3	männlich	Zerlegung Rind	ZR3		x			x											2	1,80
4	männlich	Zerlegung Rind	ZR4		x														1	0,90
5	männlich	Zerlegung Rind	ZR5			x													1	0,90
6	männlich	Zerlegung Rind	ZR6			x													1	0,90
7	männlich	Zerlegung Rind	ZR7			x	x												2	1,80
8	männlich	Zerlegung Rind	ZR8									x							1	0,90
9	männlich	Zerlegung Rind	ZR9										x						1	0,90
10	männlich	Zerlegung Schwein	ZS1		x														1	0,90
11	männlich	Zerlegung Schwein	ZS2				x			x									2	1,80
12	männlich	Zerlegung Schwein	ZS3				x	x											2	1,80
13	männlich	Zerlegung Schwein	ZS4				x			x									2	1,80
14	männlich	Zerlegung Schwein	ZS5					x											1	0,90
15	männlich	Zerlegung Schwein	ZS6							x		x						x	3	2,70
16	männlich	Zerlegung Schwein	ZS7												x				1	0,90
17	männlich	Zerlegung Schwein	ZS8												x				1	0,90
18	männlich	Zerlegung Schwein	ZS9												x				1	0,90
19	männlich	Zerlegung Schwein	ZS10														x		1	0,90
20	männlich	Schichtführer Zerleg.	SF1	x															1	0,90
21	männlich	Standardisierung	ST1	x			x												2	1,80
22	männlich	Standardisierung	ST2		x		x	x	x	x	x	x						x	8	7,21
23	männlich	Standardisierung	ST3						x										1	0,90
24	männlich	Standardisierung	ST4										x						1	0,90
25	männlich	Portionierer	P1	x	x	x								x				x	5	4,50
26	männlich	Portionierer	P2			x	x	x	x		xx	x		x	x	x	x	x	12	10,81
27	weiblich	Portionsübergabe	PÜ1	x						x	x								3	2,70
28	weiblich	Portionsübergabe	PÜ2			x													1	0,90
29	weiblich	Portionsübergabe	PÜ3					x	x		x		x	x	x	x			7	6,31
30	männlich	Portionsübergabe	PÜ4					x											1	0,90
31	weiblich	Portionsübergabe	PÜ5						x									x	2	1,80
32	weiblich	Portionsübergabe	PÜ6							x									1	0,90
33	männlich	Portionsübergabe	PÜ7																0	0,00
34	männlich	Portionsübergabe	PÜ8												x	x	x		3	2,70
35	männlich	Portionsübergabe	PÜ9													x	x	x	3	2,70
36	weiblich	Verpackung	V1	x															1	0,90
37	weiblich	Verpackung	V2			x													1	0,90
38	weiblich	Verpackung	V3				x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	10	9,01
45	männlich	Verpackung	V4									x							1	0,90
39	männlich	Verpackung	V5										x			x			2	1,80
40	männlich	Etikettierung	E1		x							x							2	1,80
41	männlich	Etikettierung	E2		x														1	0,90
42	männlich	Etikettierung	E3							x									1	0,90
43	weiblich	QS	E5							x				x					2	1,80
44	männlich	Etikettierung	E6										x	x	x		x	x	5	4,50
Summe				7	7	7	9	8	8	9	7	6	7	6	8	6	6	10	111	100,00

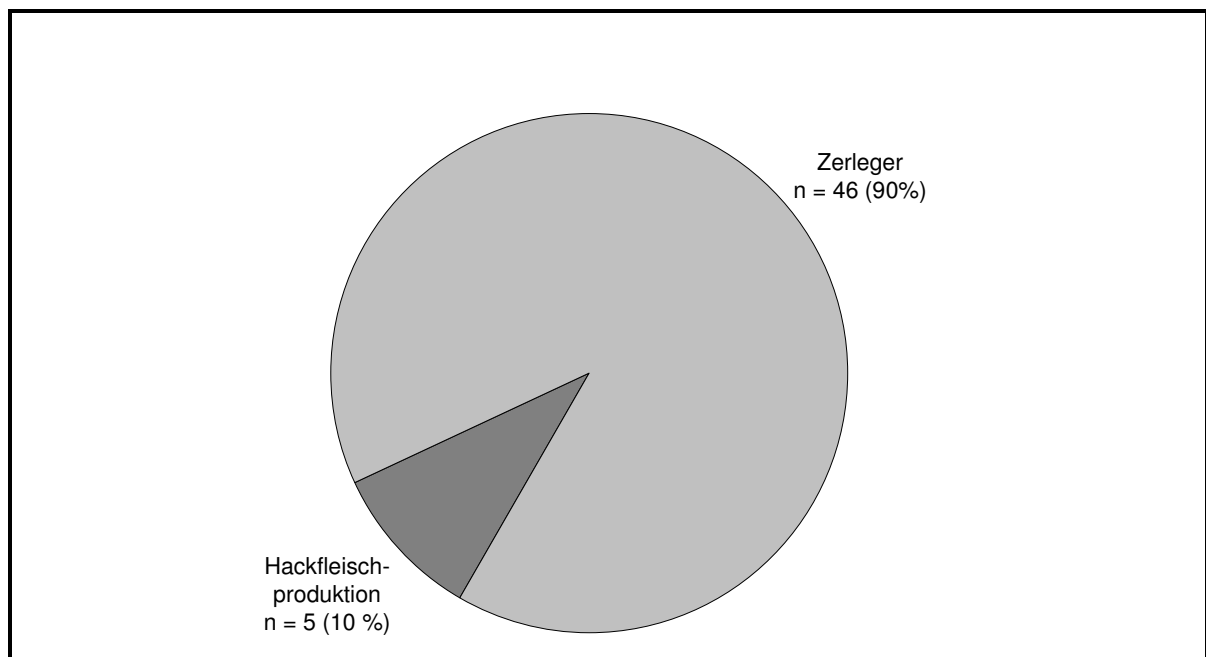
xx: am 25. 7.2002 wurden zwei Proben des Mitarbeiters Portionierer 2 untersucht, die am 15.7.2002 und am 24. 7.2002 genommen wurden (siehe auch Tabellen 17 bis 29 im Anhang).

Die Abbildungen 9 und 10 zeigen die Anzahl beziehungsweise den prozentualen Anteil der untersuchten Mundschutzproben je Mitarbeiterfunktion für Betrieb A und Betrieb B.

**Abbildung 9:** Häufigkeit der Untersuchung je Funktion am Betrieb A  
(n = Anzahl der untersuchten Mundschutze)



**Abbildung 10:** Häufigkeit der Untersuchung je Funktion am Betrieb B  
(n = Anzahl der untersuchten Mundschutze)



### **2.1.1 Art der Probennahme und Vorbereitung der Proben**

Noch am Produktionsbetrieb wurden die Mundschutze durch eine Vermittlerperson regelmäßig eingesammelt und die Mundschutzträger verschlüsselt (mit Nummern und Funktionen versehen), um die Anonymität der einzelnen Personen zu wahren. Die Zusendung erfolgte auf dem Postweg, sodass einige Einflussfaktoren wie z. B. Temperaturverhältnisse, Dauer des Transports und andere Umstände, die die Untersuchungsergebnisse möglicherweise beeinflusst haben, in Kauf genommen werden mussten. Allerdings war die Dauer des Transports meistens zwei Tage, manchmal auch drei Tage, und die Ankunft der Proben somit relativ gut planbar. Eine Sendung wurde im Vergleich zu allen anderen erst fünf Tage nach der Versendung untersucht (siehe Tabelle 12 und Tabellen 21 und 22 im Anhang). Dieses Beispiel erlaubt gewisse Rückschlüsse auf den Einfluss der Zeit auf die Zusammensetzung der Keimflora.

Zunächst wurden die Mundschutzproben in einer visuellen Beschaffenheitsprüfung hinsichtlich Verschmutzungsgrad mit Blut, Fleischsaft oder sonstigen Verunreinigungen beurteilt. Danach wurden die Mundschutze unter sterilen Kautelen aus dem Beutel entnommen. Um den Fokus der mikrobiologischen Untersuchung vorwiegend auf die im Mundschutz festgehaltenen Mund-, Rachen- und Nasenkeime zu richten, wurden bei beiden Mundschutz-Arten die gesamten Halte- und Fixationsvorrichtungen (vergleiche Abbildungen 5 und 7) unter sterilen Kautelen entfernt. Durch diese Maßnahme sollte verhindert werden, dass Keime, die auf Handkontakt beim Abnehmen der Masken zurückzuführen sind, in die Ergebnisse einfließen. Anschließend wurde der verbleibende Mundschutzteil gewogen und wie bei Lebensmittelproben üblich mikrobiologisch untersucht.

## **2.2 Probenuntersuchung**

Den Mundschutzproben wurde 90 ml sterile Verdünnungsflüssigkeit zugegeben und das Gemisch im Beutel-Walk-Mischgerät („Stomacher“) derart mechanisch behandelt, dass davon auszugehen war, dass die Bakterien in die Flüssigkeit übergetreten waren. Ebenso wurde in diesem standardisierten Probenvorbereitungsverfahren der Mundschutz zerkleinert.

Anschließend wurde eine Verdünnungsreihe hergestellt und die Beimpfung der mikrobiologische Nähr- und Selektivmedien vorgenommen.

In Tabelle 13 wird eine Übersicht über die in dieser Studie verwendete Methodik gegeben. Dabei wird als Referenz die Kennung des Untersuchungsverfahrens in der Amtlichen Sammlung angegeben.

**Tabelle 13:** Methodik gemäß Amtlicher Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG

Untersuchungsschritt	Medium und Inkubation	Methode
Vorbereitung der Proben	-	abgewandelt nach L 06.00/16
Untersuchung der Gesamtkeimzahl	Plate-Count-Agar (PC-Agar), 24 h bei 30 °C	L 06.00/19
Bestimmung koagulase-positiver Staphylokokken	Baird-Parker-Agar (BP-Agar) und Koagulase-Test mit Kaninchen-Plasma und Hirn-Herz-Bouillon, 12 und 24 h bei 37 °C	L 06.00-21/ 22
Untersuchung auf Enterobakteriazeen	Violettrot-Brilliantgrün-Agar (VRB-Agar), 12 und 24 h bei 30 °C	In Anlehnung an L 06.00-24/25
Untersuchung auf <i>E. coli</i>	<i>Escherichia-Coli</i> -Direkt-Agar (ECD-Agar), 16 bis 18 h bei 44 °C	L 06.00/36

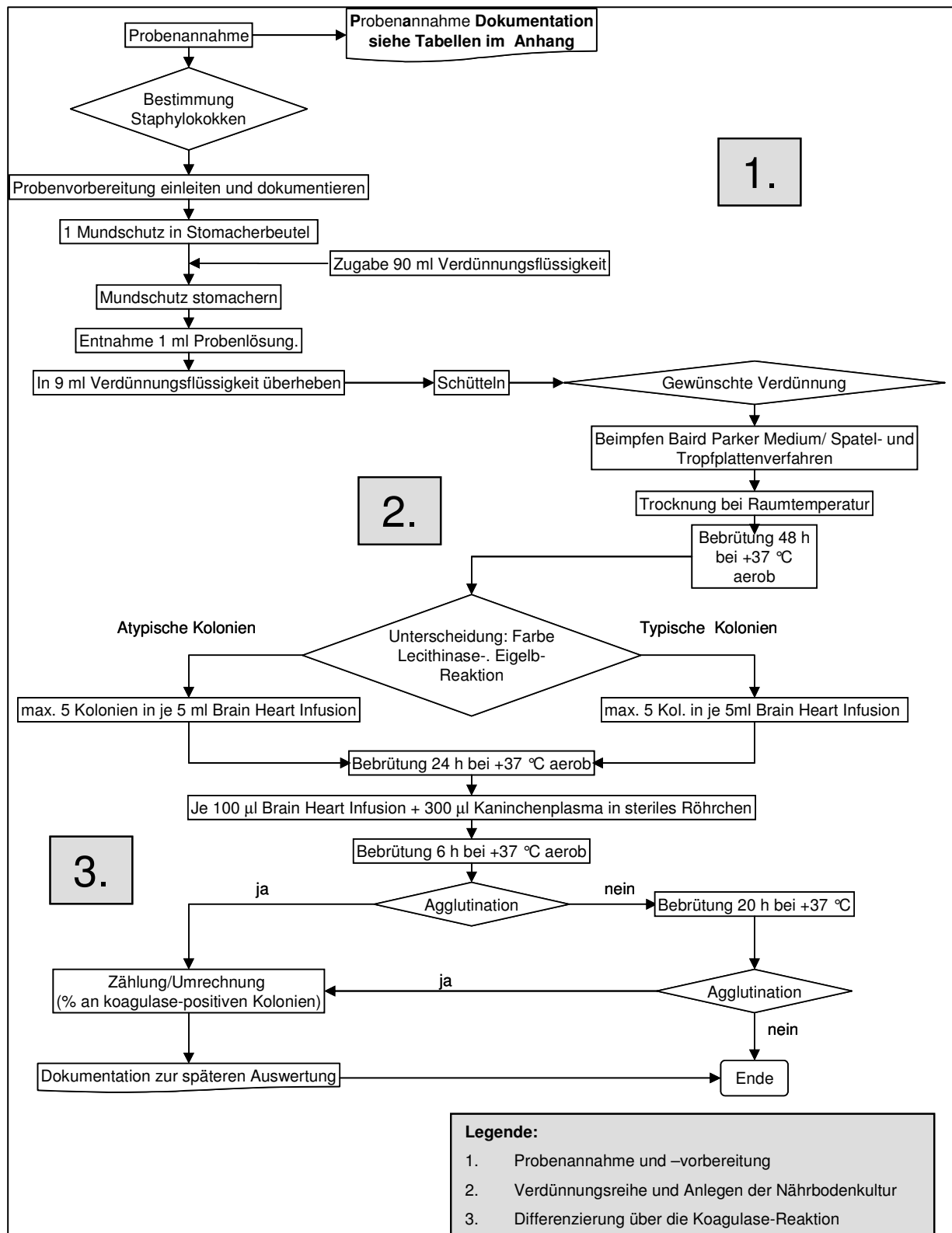
### 2.2.1 Staphylokokken

Zur quantitativen Bestimmung von Staphylokokken wurde das Baird-Parker-Medium verwendet (siehe auch Tabelle 37 im Anhang). Seine selektiven Komponenten sind Tellurit, Glycin und Lithiumchlorid, des Weiteren sind Eigelb und Pyruvat hinzugesetzt. Bis auf einige bovine Stämme, welche die Hydrolysierung nicht aufweisen, ist *Staphylococcus aureus* durch die Hydrolyse des Lipovitellenins im Eigelb charakterisiert. Diese ist auf dem Medium durch die Bildung eines opaken Hofes direkt um die Kolonie und einer etwas größeren klaren Aufhellungszone, um den opaken Hof sichtbar. Zusätzlich war die Koloniemorphologie entscheidend. Typische Kolonien sind schwarz, glänzend, gewölbt, mit Aufhellungszone, und haben einen Durchmesser von 1,0 bis 1,5 mm. In der Routinediagnostik wurde als zweiter

Schritt in der Staphylokokken-Bestimmung die Koagulase-Reaktion beurteilt, die bei 97 % der Enterotoxin-bildenden Staphylokokken (z. B. *Staphylococcus aureus* oder *Staphylococcus intermedius*) positiv ausfällt, d.h. dass eine Mischung aus Kaninchenplasma und dem Isolat koaguliert. Diese Untersuchung erfolgte in der vorgelegten Studie ebenfalls entsprechend der Amtlichen Sammlung nach § 35 LMBG (siehe und Tabelle 13). Details des Untersuchungsablaufs sind in Abbildung 11 dargestellt.

### **2.2.2 Gesamtkeimzahl und Enterobakteriazeen**

Die Bestimmung der aeroben Keimzahl erfolgte mittels PC-Medium, die quantitative Untersuchung auf *E. coli* mit ECD-Medium. Als diagnostisches Merkmal diente bei letzterem eine Fluoreszenz-Reaktion auf Methylumbelliferyl- $\beta$ -D-glucuronid (MUG) sowie die positive Indol-Reaktion. Im Verdachtsfall folgte zur Bestätigung ebenfalls ein kommerzielles biochemisches Testsystem. Für die Bestimmung der Enterotoxinbakteriazeen-Zahl wurde das VRB-Medium verwendet, die Bebrütung erfolgte aerob. Die Bestätigung verdächtiger Kolonien erfolgte hier ebenfalls mit oben genanntem kommerziell erhältlichen Testsystem (siehe auch Tabelle 37 Anhang).

**Abbildung 11:** Untersuchungsablauf koagulase-positive Staphylokokken

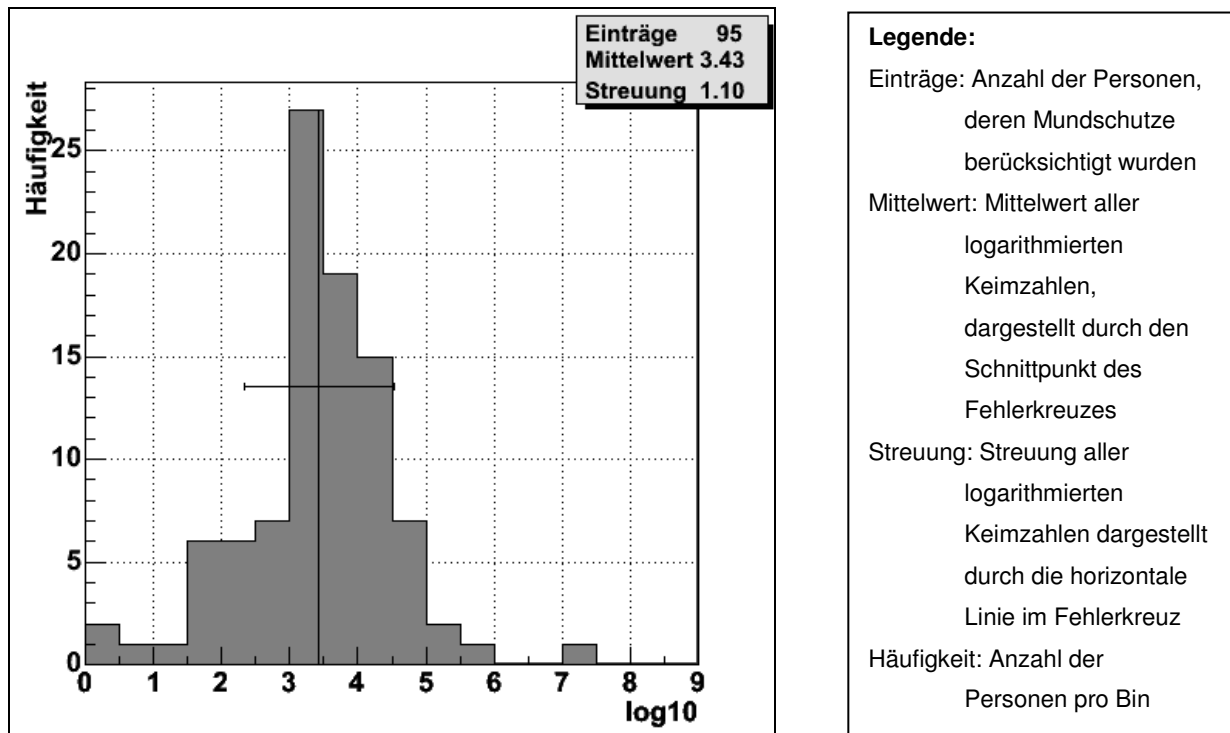
## 2.3 Methode der statistischen Beurteilung

Zum Einsatz kam das Statistik-Programm ROOT, Version 4.0.1, entwickelt durch das „Root Development Team“ von BRUN und RADEMAKERS am „Centre Européenne de Recherche Nucléaire“ (CERN), zur Darstellung und Berechnung der Daten in Histogrammen (BRUN und RADEMAKERS, 1997). Dieses Vorgehen diene dazu, die Ergebnisse der Mundschutze der einzelnen Mitarbeiter vergleichbar und anschaulicher zu machen. Ziel war eine Aussage über die Art und Anzahl von Bakterien in den Mundschutzen verschiedener Mitarbeiter sowie die Erkennung möglicher Zusammenhänge zwischen Bakterienanzahl und -art, Jahreszeit, Geschlecht, Funktion und Mitarbeiter.

Um in der Darstellung in Form von Diagrammen die Berechnung der Keimgehalte zu ermöglichen, die unter der Nachweisgrenze lagen (Werte  $<10^1$  KbE/Mundschutz), wurden diese vor Berechnung auf den Wert „1“ festgelegt, sodass die Logarithmierung dieser Werte zur Basis „10“ ein Ergebnis von 0 lg KbE pro Mundschutz ergab. Das folgende Beispiel-Histogramm in Abbildung 12 zeigt die Häufigkeit von Keimzahlwerten von 95 untersuchten Personen, verteilt auf 18 Intervalle (im Folgenden auch „Bins“ genannt) der Breite 0,5 lg KbE zwischen 0 und 9 lg KbE. Ein Bin beschreibt in diesem Beispiel die Zusammenfassung mehrerer Personen zu einer Gruppe. Dies ist deshalb sinnvoll, da von einigen Mitarbeitern mehrere Mundschutz-Proben vorlagen, von anderen dagegen nur eine einzelne Mundschutz-Probe. Durch das Zusammenfassen in Bins können diese Daten vergleichbar gemacht werden. Außerdem werden die Daten bei Wahl der optimalen Bin-Breite (in dieser Arbeit 0,5 lg KbE) auch am besten darstellbar gemacht und es entsteht weder das so genannte „oversmoothing“, wenn bei der Wahl einer zu großen Bin-Breite zu wenige Details übrig bleiben, noch ein „undersmoothing“ mit zu vielen Details, die das Diagramm unübersichtlich machen (WAND, 1995; LANG, 2004). Auf der X-Achse sind die logarithmierten Keimzahlwerte aufgetragen. Dabei sind die Keimzahlen als Logarithmen zur Basis 10 ( $\log_{10}$ ) dargestellt, dies entspricht „lg KbE pro Mundschutz“. Auf der Y-Achse ist die Häufigkeit bzw. die Anzahl der Personen pro Bin abzulesen. In diesem Beispiel wurden 95 Personen untersucht (siehe „Einträge“). Dabei wurde jeweils der Mittelwert der Ergebnisse aus allen untersuchten Mundschutzen einer Person gebildet und damit ermöglicht verschiedene Personen miteinander zu vergleichen. Dies wird auch im folgenden

Histogramm deutlich. So liegt beispielsweise das Maximum bei 27 Personen im Intervall von 3,0 lg bis 3,5 lg KbE pro Mundschutz. Die Mundschutze von 68 von 95 Mitarbeitern (71 %) weisen Keimzahlen zwischen 2,5 lg und 4,5 lg KbE pro Mundschutz auf. Die Horizontale, der so genannte Fehlerbalken (parallel zur log<sub>10</sub>-Achse), gibt die Streuung der Verteilung der Keimzahlwerte wieder. Die Vertikale des Fehlerkreuzes gibt die Streuung der Häufigkeit (Anzahl der Personen pro Bin) an. Der Mittelwert ist durch den Schnittpunkt des Fehlerbalkens mit der Vertikalen des Fehlerkreuzes dargestellt und liegt in Abbildung 12 bei 3,4 lg KbE pro Mundschutz. Die Streuung der logarithmierten Keimzahlen liegt bei 1,1 lg KbE. Alle folgenden Histogramme im Ergebnisteil sind entsprechend der Abbildung 12 zu betrachten.

**Abbildung 12:** Verteilung von Keimzahlwerten (Beispiel)

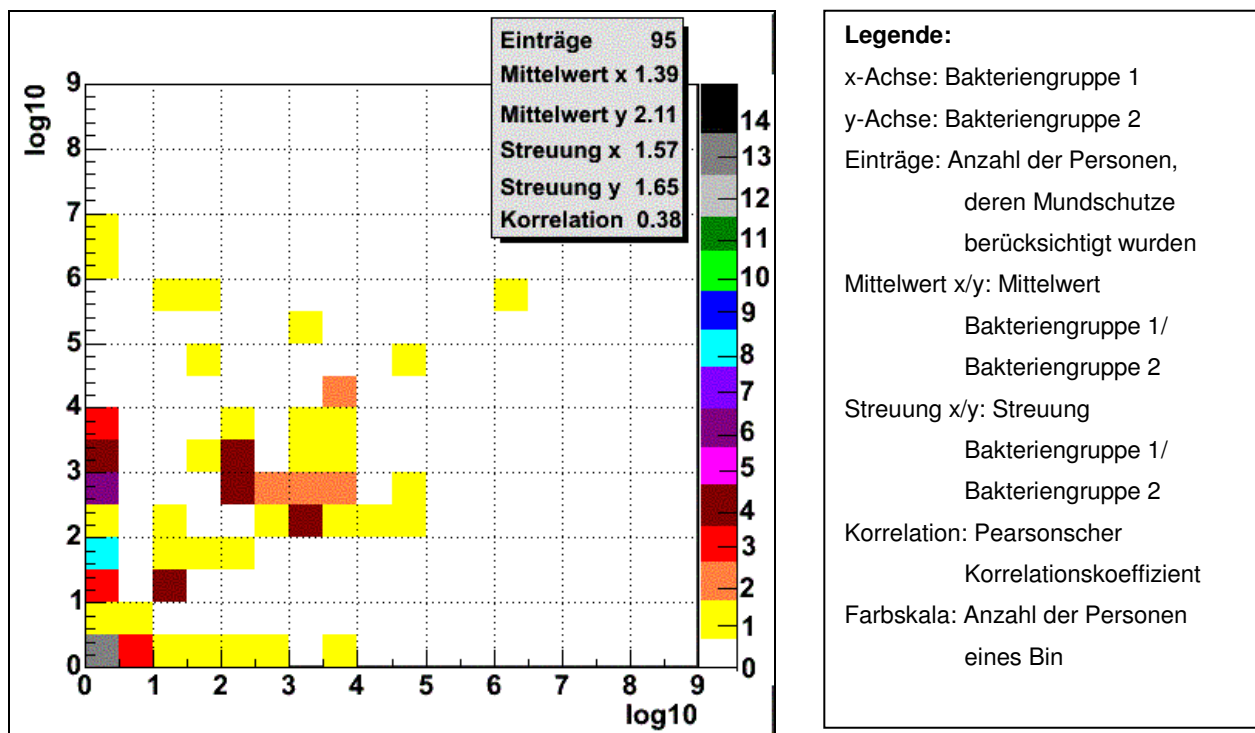




In Abbildung 13 sind beispielhaft die Korrelationen zwischen verschiedenen Keimzahlen für die Ergebnisse bei Mundschutzen von 95 Personen dargestellt. Die logarithmierten Keimzahlen der Bakteriengruppen sind dabei auf der X- und Y-Achse aufgeführt. Ein Bin ist durch ein Quadrat dargestellt. Die Farbskala bezieht sich auf die Häufigkeiten innerhalb der Intervalle (bzw. Bins), die in den oben gezeigten Histogrammen auf der X-Achse die Zuordnung einzelner Ergebnisse aus den Mundschutzen in ein Intervall oder Bin ermöglicht. Im Korrelationsdiagramm in Abbildung 13 ist nun die Anzahl der Personen, die sich mit den Ergebnissen ihrer Mundschutze in einem Bin befinden, durch die Farbskalierung dargestellt, das heißt z. B. dass sich in der Abbildung 13 im Intervall „0 bis 0,5 lg KbE pro Mundschutz“ (X- und Y-Achse) 13 Personen befinden.

Je höher der Wert für die Korrelation (Pearson'scher Korrelationskoeffizient), desto größer ein möglicher Zusammenhang zwischen den beiden dargestellten Keimzahlen. Ein Wert von „1“ entspricht einer Korrelation von 100 %, bei einem Wert von „0“ korrelieren die dargestellten Keimzahlen nicht miteinander. Im Beispieldiagramm ist eine geringe Korrelation vorhanden, nämlich 0,38 zwischen den beiden aufgetragenen Bakteriengruppen.

**Abbildung 13:** Korrelation zwischen Keimzahlwerten (Beispiel)



## **D ERGEBNISSE**

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, Aufschlüsse über die hygienische Relevanz des Tragens von Mundschutzen bei der industriellen Herstellung von Hackfleisch zu erhalten. Dazu wurden Mundschutze von zwei EU-zugelassenen süddeutschen Hackfleischproduktionsbetrieben quantitativ bakteriologisch untersucht und miteinander verglichen. Zusätzlich wurden die mikrobiologischen Ergebnisse der vorgenommenen Hackfleischuntersuchungen nach Fleischhygieneverordnung Anlage 2 a der beiden Betriebe einbezogen. Zur besseren Lesbarkeit soll auch in diesem Abschnitt nicht von „Mitarbeitern deren Mundschutze untersucht wurden“ die Rede sein, sondern von „Mitarbeitern“.

### **1 Allgemeine Beobachtungen zum Trageverhalten der Mundschutze**

Bemerkenswert war das Trageverhalten der unterschiedlichen Personen am Betrieb A. Vier von 44 überprüften Mitarbeitern (9 %) wechselten zwischen unterschiedlichen Mundschutzen. Die übrigen 40 Personen (91 %) blieben bei dem gleichen Mundschutz, 26 Personen (59 %) trugen ausschließlich Papiermundschutze, die anderen 14 Personen (32 %) dagegen ausschließlich Schaumstoffmundschutze. Dieses Verhalten ist unter anderem dadurch zu begründen, dass bei den Mundschutzen innerhalb der Hackfleischproduktion zum Zeitpunkt der Untersuchung eine Umstellung von Papiermundschutzen auf Schaumstoffmundschutze stattfand. Allerdings gab es wohl auch Vorlieben beim Trageverhalten der einzelnen Mitarbeiter, was daran zu erkennen ist, dass sehr wenige Mitarbeiter zwischen den zwei im Untersuchungszeitraum zur Verfügung stehenden Mundschutztypen wechselten.

Im Gegensatz zum Betrieb A, trugen am Betrieb B insgesamt 50 Personen Schaumstoffmundschutz und nur eine Person Papiermundschutz.

## 2 Ergebnisse bei den untersuchten Mundschutzen beider Betriebe

Zunächst ein Überblick der Untersuchungsergebnisse der Mundschutze: Bei der visuellen Beurteilung konnten bei manchen Mundschutzen Verunreinigungen durch Fleischsaft oder Blut festgestellt werden. Allerdings war kein Zusammenhang zwischen Verunreinigung und Keimzahlergebnissen erkennbar (siehe Tabellen 17 bis 35 im Anhang).

Bei der mikrobiologischen Untersuchung der Mundschutze vom Betrieb A wiesen die bakteriologischen Ergebnisse eine sehr große Streuung auf. Dabei wurde beobachtet, dass manche Mitarbeiter konstant Mundschutze mit sehr hohen, andere wiederum Mundschutze mit sehr niedrigen Keimzahlen hatten. Im Gegensatz dazu ergab sich am Betrieb B ein homogeneres Bild, d.h. die Streuung der Werte war hier nicht so groß wie beim Betrieb A. Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung werden in den nachfolgenden Kapiteln im Detail erläutert. Es wurden Gesamtkeimzahl, koagulase-positive Staphylokokken und Enterobakteriazeen inklusive *E. coli* bestimmt. Tabelle 14 zeigt die Anzahl der Mitarbeiter, deren Ergebnisse bei den Mundschutzen Staphylokokken-positiv beziehungsweise -negativ waren.

**Tabelle 14:** Anteil der Staphylokokken-positiven und -negativen Mitarbeiter bei den Mundschutzen im Vergleich

Betrieb	Erfasste Personen	Personen mit Staphylokokken-positiven Mundschutzen	Anteil in %	Personen mit Staphylokokken-negativen Mundschutzen	Anteil in %
A	44	19	43	25	57
B	51	33	64	18	36
Gesamt	95	52	55	43	45

Die Tabelle 15 zeigt eine Auflistung der Mitarbeiter am Betrieb A, bei denen vergleichsweise hohe Keimzahlen gefunden wurden. Beispielsweise lag bei 19 von 111 Proben (17 %) bzw. 14 von 44 Mitarbeitern (32 %) die Gesamtkeimzahl über 5,5 lg KbE pro Mundschutz, bei den koagulase-positiven Staphylokokken lag die Keimzahl nur bei acht Proben des Mitarbeiters „Standardisierung 2“ und einer Probe des Mitarbeiters „Standardisierung 3“ über 5,5 lg KbE pro Mundschutz (siehe Tabelle 15 und Tabellen 17 bis 29 im Anhang). Zusätzlich ist in Tabelle 15 aufgeschlüsselt, welche Mitarbeiter wann und wie oft untersucht wurden. Die Höhe der Keimzahlen am entsprechenden Untersuchungstag ist durch unterschiedliche Farben dargestellt. Die Nummerierung der Mitarbeiter ( z. B. „MA 2“ für den Mitarbeiter „Zerleger Rind 2“) entspricht jener in Tabelle 12 (siehe Material und Methoden, Kapitel 2.1 und Tabellen 17 bis 29 im Anhang).

**Tabelle 15:** Hohe Keimzahlergebnisse im Mundschutz (Betrieb A)

Mitarbeiter und dessen Funktion	Keimtyp	Keimzahlen der Probennahme am															
		24.04.2002	14.05.2002	15.05.2002	25.06.2002	02.07.2002	09/10.07.2002	16.07.2002	23.07.2002	30.07.2002	23.10.2002	28.10.2002	04.11.2002	25.11.2002	02.12.2003	13.01.2003	
Zerleger Rind 2 MA2	Gesamtkeimzahl																
	koag.-pos. Staphylokokken																
	lakt.-pos. Enterobakteriazeen																
	lakt.-neg. Enterobakteriazeen																
Zerleger Rind 3 MA3	Gesamtkeimzahl																
	koag.-pos. Staphylokokken																
	lakt.-pos. Enterobakteriazeen																
	lakt.-neg. Enterobakteriazeen																
Zerleger Rind 7 MA7	Gesamtkeimzahl																
	koag.-pos. Staphylokokken																
	lakt.-pos. Enterobakteriazeen																
	lakt.-neg. Enterobakteriazeen																
Zerleger Schwein 2 MA11	Gesamtkeimzahl																
	koag.-pos. Staphylokokken																
	lakt.-pos. Enterobakteriazeen																
	lakt.-neg. Enterobakteriazeen																
Zerleger Schwein 6 MA15	Gesamtkeimzahl																
	koag.-pos. Staphylokokken																
	lakt.-pos. Enterobakteriazeen																
	lakt.-neg. Enterobakteriazeen																
Zerleger Schwein 8 MA17	Gesamtkeimzahl																
	koag.-pos. Staphylokokken																
	lakt.-pos. Enterobakteriazeen																
	lakt.-neg. Enterobakteriazeen																
Standardisierung 2 MA22	Gesamtkeimzahl																
	koag.-pos. Staphylokokken																
	lakt.-pos. Enterobakteriazeen																
	lakt.-neg. Enterobakteriazeen																
Standardisierung 3 MA23	Gesamtkeimzahl																
	koag.-pos. Staphylokokken																
	lakt.-pos. Enterobakteriazeen																
	lakt.-neg. Enterobakteriazeen																
Standardisierung 4 MA24	Gesamtkeimzahl																
	koag.-pos. Staphylokokken																
	lakt.-pos. Enterobakteriazeen																
	lakt.-neg. Enterobakteriazeen																
Portionierer 2 MA26	Gesamtkeimzahl																
	koag.-pos. Staphylokokken																
	lakt.-pos. Enterobakteriazeen																
	lakt.-neg. Enterobakteriazeen																
Portionsübergabe 4 MA30	Gesamtkeimzahl																
	koag.-pos. Staphylokokken																
	lakt.-pos. Enterobakteriazeen																
	lakt.-neg. Enterobakteriazeen																
Portionsübergabe 8 MA34	Gesamtkeimzahl																
	koag.-pos. Staphylokokken																
	lakt.-pos. Enterobakteriazeen																
	lakt.-neg. Enterobakteriazeen																
Verpackung 5 MA35	Gesamtkeimzahl																
	koag.-pos. Staphylokokken																
	lakt.-pos. Enterobakteriazeen																
	lakt.-neg. Enterobakteriazeen																
Verpackung 2 MA37	Gesamtkeimzahl																
	koag.-pos. Staphylokokken																
	lakt.-pos. Enterobakteriazeen																
	lakt.-neg. Enterobakteriazeen																
Legende:			keine Untersuchungsergebnisse für dieses Datum vorhanden														
			Höhe der Keimzahlen < Ig 5,5 Kbe/Mundschutz														
			Höhe der Keimzahlen Ig 5,5 bis < Ig 7 Kbe/Mundschutz														
			Höhe der Keimzahlen Ig 7 bis < Ig 8 Kbe/Mundschutz														
			Höhe der Keimzahlen ≥ Ig 8 Kbe/Mundschutz														

Legende:

- keine Untersuchungsergebnisse für dieses Datum vorhanden
- Höhe der Keimzahlen < lg 5,5 KbE/Mundschutz
- Höhe der Keimzahlen lg 5,5 bis < lg 7 KbE/Mundschutz
- Höhe der Keimzahlen lg 7 bis < lg 8 KbE/Mundschutz
- Höhe der Keimzahlen ≥ lg 8 KbE/Mundschutz

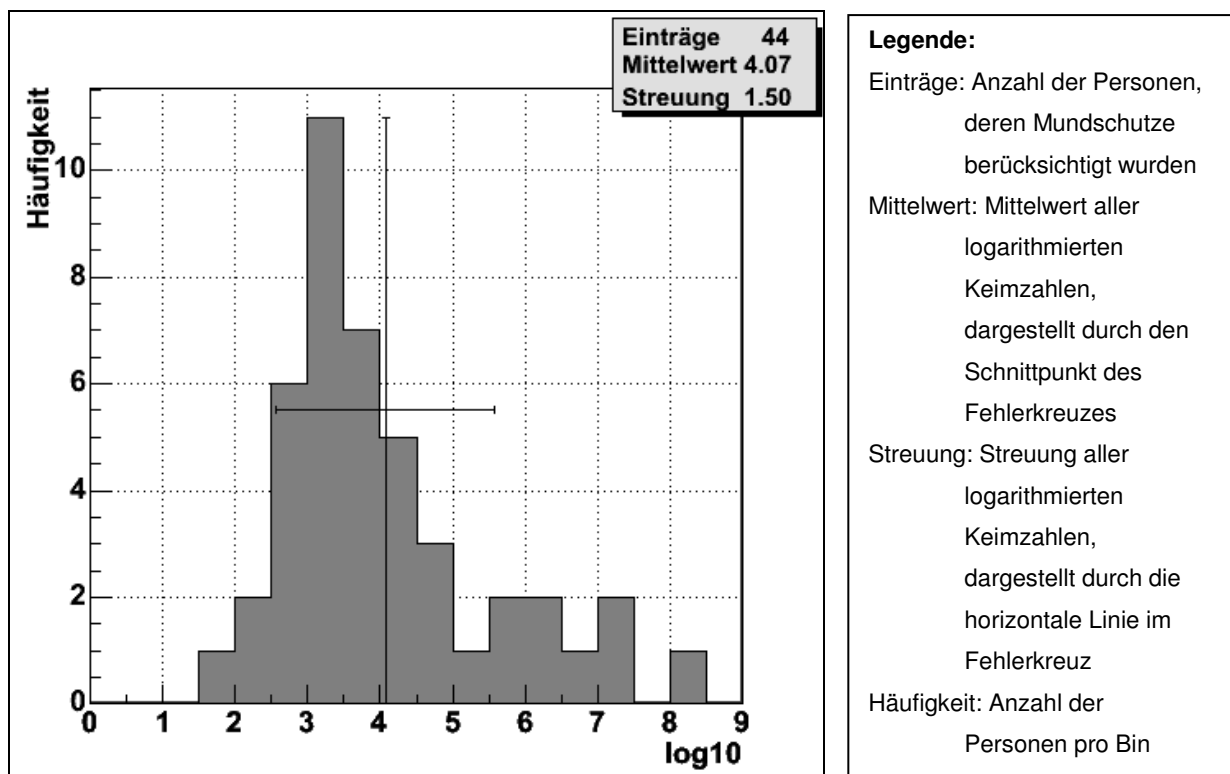
Anmerkung: Da nur in einem Fall *E. coli* gefunden wurden, werden diese Werte in Tabelle 15 nicht berücksichtigt.

### 2.1.1 Gesamtkeimzahl

Die Mundschutze der Mitarbeiter am Betrieb A wiesen meist Werte zwischen 2,5 und 5,5 lg KbE pro Mundschutz auf. Drei Personen präsentierten auffallend niedrige Werte unter 2,5 lg KbE pro Mundschutz. Werte über 5,5 lg KbE pro Mundschutz im Betrieb A sind in Tabelle 15 und in Abbildung 14 dargestellt, sowie in den Tabellen 17 bis 29 im Anhang.

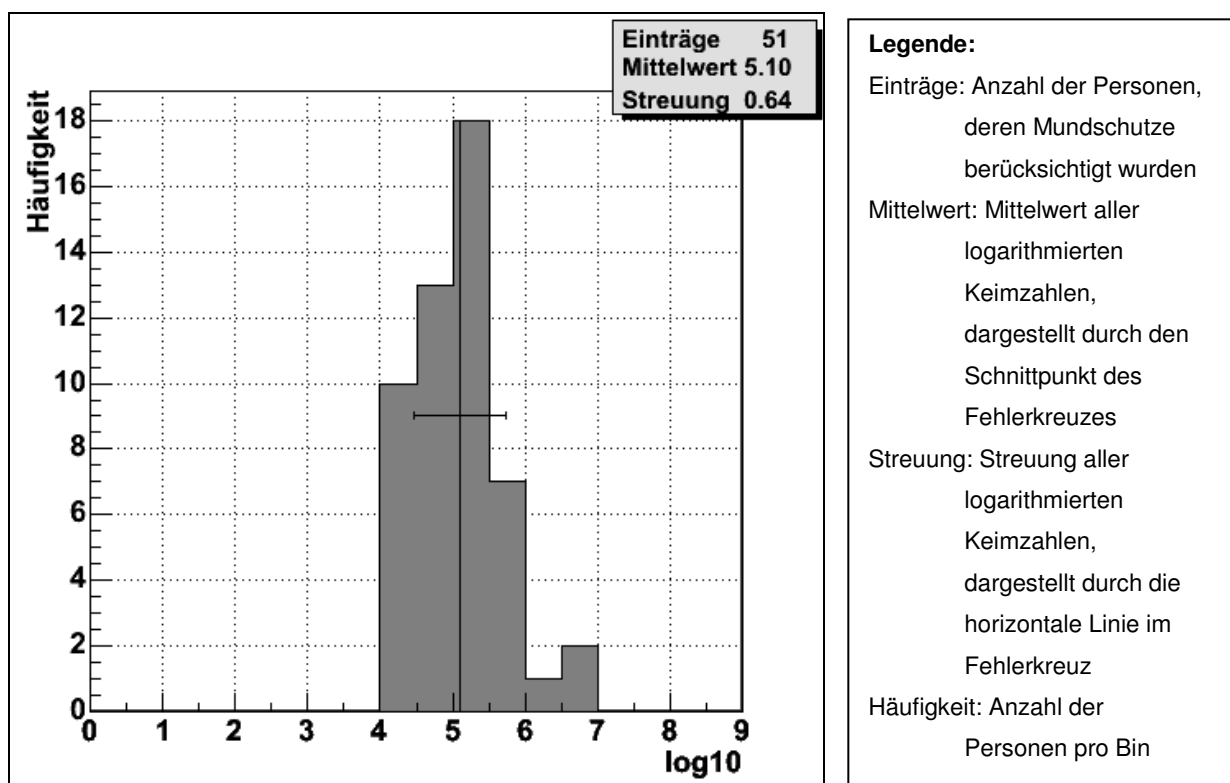
Das Histogramm in Abbildung 14 zeigt die Häufigkeit der Gesamtkeimzahlwerte der untersuchten Personen vom Betrieb A, verteilt auf 18 Bins. Das Maximum liegt bei elf Personen im Intervall von 3,0 bis 3,5 lg KbE pro Mundschutz. Der Mittelwert liegt in Abbildung 14 bei 4,1 lg KbE pro Mundschutz, die Streuung bei 1,5 lg KbE. Gesamtkeimzahlwerte unter 1,5 lg KbE pro Mundschutz wurden am Betrieb A nicht ermittelt. Die Mundschutze von 33 von 44 Mitarbeitern (75 %) wiesen Keimzahlen zwischen lg 2,5 und lg 5,5 KbE pro Mundschutz auf (zum Verständnis des Histogramms siehe auch Abbildung 12).

**Abbildung 14:** Verteilung der Gesamtkeimzahlergebnisse der Mundschutze im Betrieb A



Die Gesamtkeimzahl am Betrieb B war im Gegensatz zu Betrieb A homogener verteilt, wie aus Abbildung 15 hervorgeht. Die Werte lagen nur in seltenen Fällen über 6 lg KbE pro Mundschutz (z. B. Mitarbeiter Zerleger 22 und Zerleger 23) und in keinem Fall unter 4 g KbE/Mundschutz. Der Mittelwert lag bei 5,1 lg KbE pro Mundschutz und die Streuung war gegenüber Betrieb A (1,5 lg KbE pro Mundschutz) mit 0,64 lg KbE geringer. 31 Mitarbeiter (oder 61 %) wiesen dabei Keimzahlwerte zwischen 4,5 und 5,5 lg KbE pro Mundschutz auf.

**Abbildung 15:** Verteilung der Gesamtkeimzahlergebnisse der Mundschutze im Betrieb B

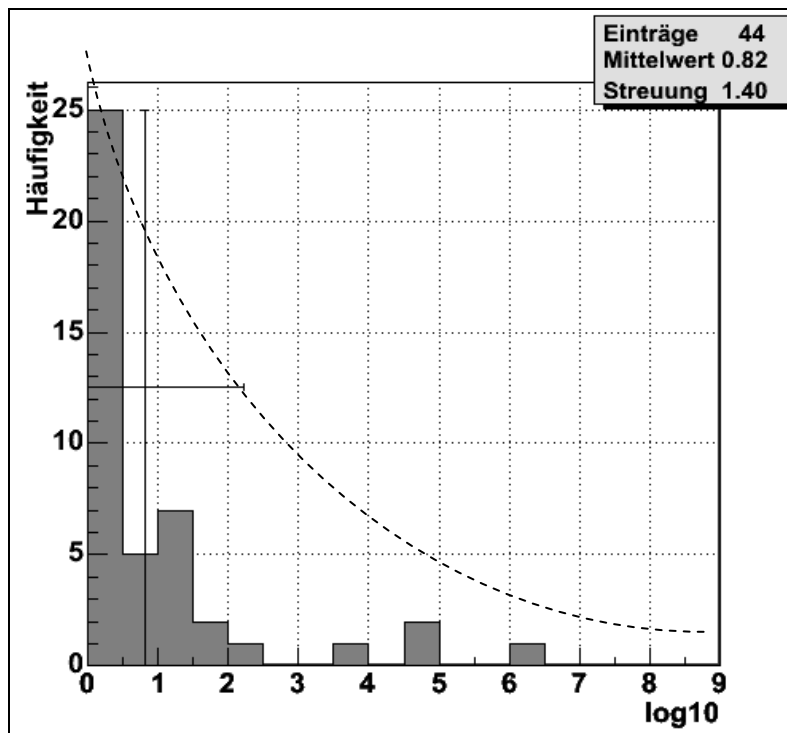


### 2.1.2 Koagulase-positive Staphylokokken

Hinsichtlich der koagulase-positiven Staphylokokken konnten am Betrieb A einige Mundschutz-Proben als positiv befunden werden. Dabei waren 19 (43 %) von 44 Personen Staphylokokken-positiv, bei 25 (57 %) der Mitarbeiter wurden aus dem Mundschutz keine Staphylokokken isoliert, deswegen auch die hohe Säule im Intervall 0 bis 0,5 lg KbE pro Mundschutz (siehe Abbildung 16). Die Werte lagen bei 91 % der Personen zwischen 0 und 2,5 lg KbE pro Mundschutz, der Mittelwert lag bei 0,82 g KbE pro Mundschutz. Zu den Personen, deren Mundschutze niedrige Keimgehalte aufwiesen, gehörten zum Beispiel die Mitarbeiter „Zerleger Rind 4“, „Zerleger Schwein 3“ und „Zerleger Schwein 10“ (siehe Tabellen 17 bis 29 im Anhang). Nur vier Mitarbeiter (9 %) wiesen Werte über 2,5 lg KbE pro Mundschutz auf. Hier bildete der Mitarbeiter „Standardisierung 2“ das Maximum. Dies ist durch den einzelnen Balken im Intervall 6 bis 6,5 lg KbE pro Mundschutz in Abbildung 16 dargestellt. Bei einzelnen Mundschutzproben hatte diese Person sogar Werte über 8 lg KbE pro Mundschutz aufzuweisen (siehe Tabelle 15 sowie Tabellen 17 bis 29 im Anhang und Kapitel 2.3.1, Abbildung 24). Im Betrieb B wies bei der Bestimmung von koagulase-positiven Staphylokokken keine der Mundschutz-Proben höhere Werte als 5 lg KbE pro Mundschutz auf. Hier waren 33 Personen (64 %) Staphylokokken-positiv, bei 18 Personen konnten an diesem Tag keine Staphylokokken aus dem Mundschutz isoliert werden. Der Mittelwert aller Mundschutze vom Betrieb B lag bei 1,89 lg KbE pro Mundschutz (siehe Abbildung 17). Für den Betrieb A ergibt sich in Abbildung 16 eine stetig abfallende Kurve, während sich für den Betrieb B in Abbildung 17 eine zweigipfelige Kurve ergibt (verdeutlicht durch die Hilfslinien in den Abbildungen 16 und 17), mit einer Klimax bei 0 bis 0,5 lg KbE pro Mundschutz und einer weiteren niedrigeren zwischen 2 und 3,5 lg KbE pro Mundschutz. Das Maximum der verglichenen Mittelwerte liegt am Betrieb B niedriger als am Betrieb A, nämlich bei 5 lg KbE pro Mundschutz gegenüber 6,5 g KbE pro Mundschutz.



**Abbildung 16:** Verteilung der Ergebnisse der koagulase-positiven Staphylokokken bei den Mundschutzen des Betriebes A



**Legende:**

Einträge: Anzahl der Personen, deren Mundschutze berücksichtigt wurden

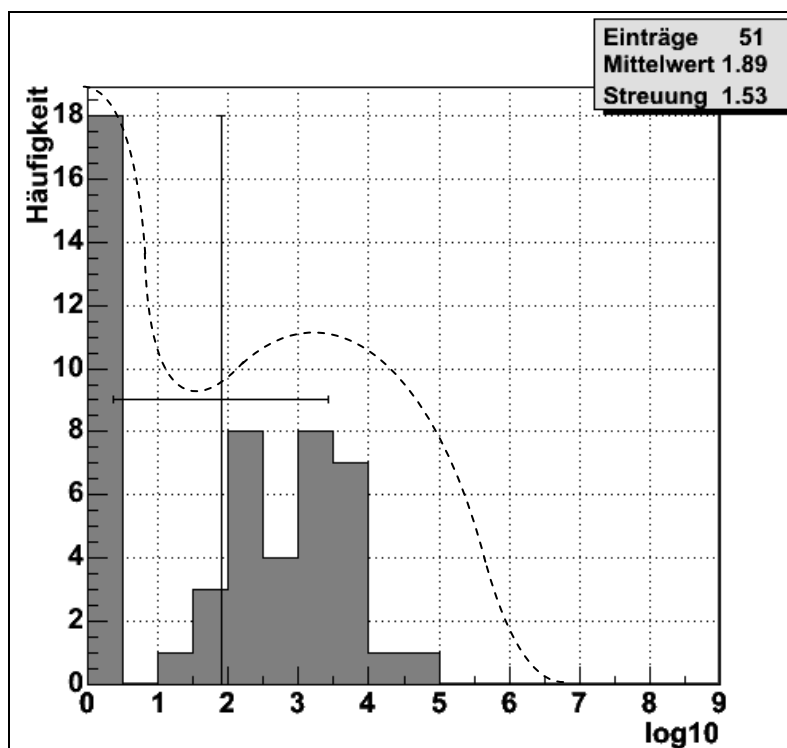
Mittelwert: Mittelwert aller logarithmierten Keimzahlen, dargestellt durch den Schnittpunkt des Fehlerkreuzes

Streuung: Streuung aller logarithmierten Keimzahlen, dargestellt durch die horizontale Linie im Fehlerkreuz

Häufigkeit: Anzahl der Personen pro Bin

----- Hilfslinie

**Abbildung 17:** Verteilung der Ergebnisse der koagulase-positiven Staphylokokken bei den Mundschutzen des Betriebes B



### 2.1.3 Enterobakteriazeen

Am Betrieb A wurden mehr laktose-negative als laktose-positive Enterobakteriazeen gefunden (Abbildungen 18 und 19).

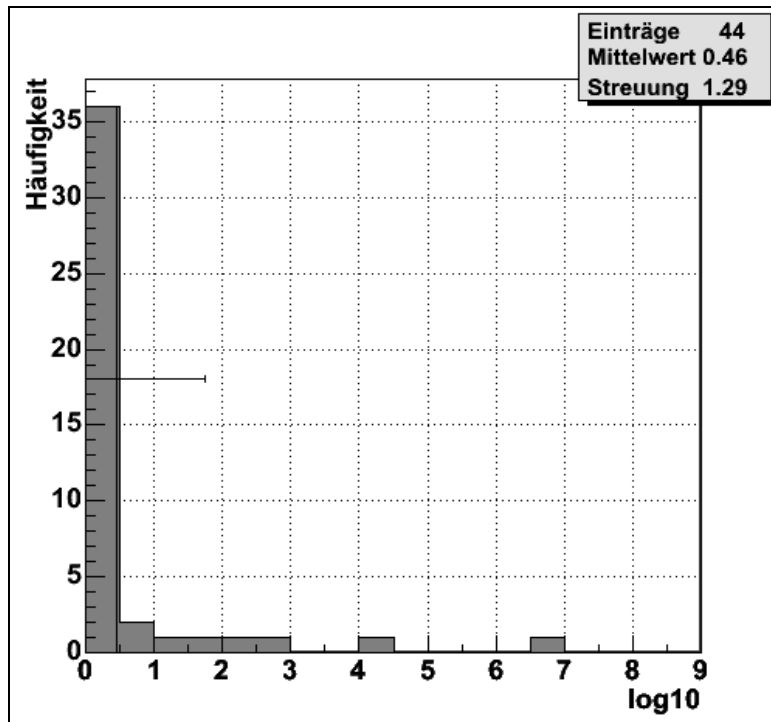
Auffallend hohe Werte bei den laktose-negativen Enterobakteriazeen waren beispielsweise bei den Mundschutzen der Mitarbeiter „Standardisierung 2“, „Standardisierung 3“ und „Portionsübergabe 8“ zu beobachten (siehe Tabelle 15).

Laktose-negative Enterobakteriazeen kamen bei den untersuchten Mundschutzen der Mitarbeiter dieses Betriebes häufiger vor als bei Betrieb B. Allerdings liegen auch hier die Werte bei 50 % der Personen unter der Nachweisgrenze. Nur in Einzelfällen wurden laktose-positive Enterobakteriazeen aus den Mundschutzen der Mitarbeiter des Betriebes A nachgewiesen. Bei hohen Werten von laktose-positiven Enterobakteriazeen, die ebenfalls MUG-positiv auf dem ECD-Medium reagierten, wurde zusätzlich eine genauere Bestimmung durch biochemische Differenzierung vorgenommen, bei der z. B. bei den Mitarbeitern „Zerleger Rind 7“ und „Zerleger Schwein 2“ am 25.6.2002 unter anderem *Klebsiella pneumoniae* festgestellt wurden. *E. coli* wurde lediglich in einer Mundschutzprobe des Mitarbeiters „Standardisierung 2“ vom Betrieb A nachgewiesen. Die Mundschutze aller anderen 43 Personen waren bei jeder Probenahme *E.-coli*-negativ (siehe Abbildungen 18 und 19 sowie Tabellen 17 bis 29 im Anhang).

Am Betrieb B wiesen hinsichtlich der laktose-positiven Enterobakteriazeen die Mundschutzproben der Mitarbeiter „Zerleger 17“ und „Zerleger 30“ mit Keimzahlwerten von 2,4 lg KbE pro Mundschutz und 2,7 lg KbE pro Mundschutz Werte über der unteren Nachweisgrenze auf. Alle anderen Mitarbeiter hatten negative Ergebnisse bei den laktose-positiven Enterobakteriazeen

Bei den laktose-negativen Enterobakteriazeen ergab sich bei der Untersuchung der Mundschutze eine stärkere Kontamination. Bei einer Person („Zerleger 5“) wurden laktose-negative Enterobakteriazeen von 5 lg KbE pro Mundschutz gemessen, alle anderen Werte überstiegen nicht 3 lg KbE pro Mundschutz. Der Mittelwert betrug 2,7 lg KbE (siehe Abbildung 44 und Tabellen 30 bis 35 im Anhang).

**Abbildung 18:** Verteilung der Ergebnisse der laktose-positiven Enterobakteriazeen bei den Mundschutzen am Betrieb A



**Legende:**

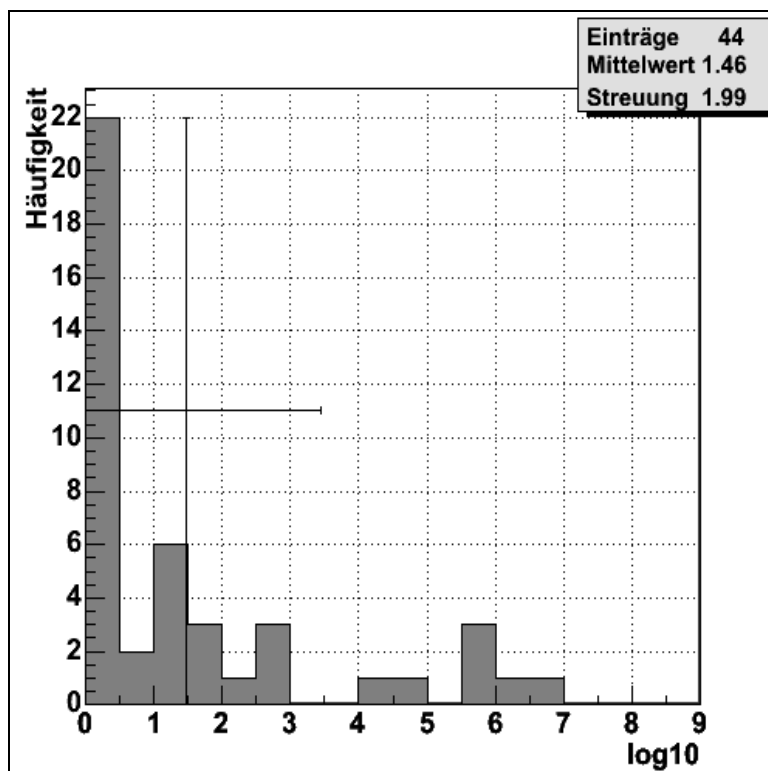
Einträge: Anzahl der Personen, deren Mundschutze berücksichtigt wurden

Mittelwert: Mittelwert aller logarithmierten Keimzahlen, dargestellt durch den Schnittpunkt des Fehlerkreuzes

Streuung: Streuung aller logarithmierten Keimzahlen, dargestellt durch die horizontale Linie im Fehlerkreuz

Häufigkeit: Anzahl der Personen pro Bin

**Abbildung 19:** Verteilung der Ergebnisse der laktose-negativen Enterobakteriazeen bei den Mundschutzen am Betrieb A



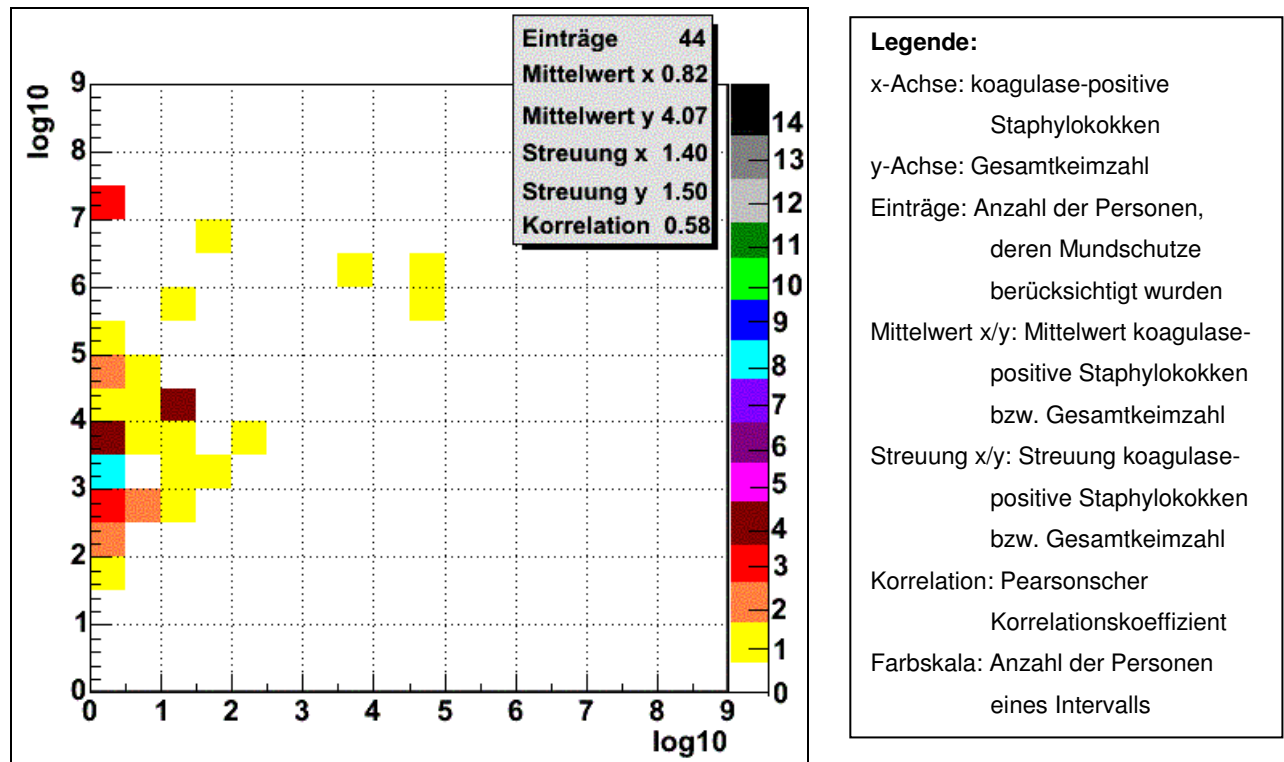
## 2.2 Korrelationen zwischen den Keimgruppen

In den folgenden Abbildungen 20 bis 23 sind die Korrelationen zwischen verschiedenen Bakteriengruppen und deren Keimzahlergebnisse bei den Mundschutzen beider Betriebe dargestellt. Die Abbildungen 20 und 21 stellen die Situation am Betrieb A dar. In der Abbildung 20 ist die Korrelation zwischen Gesamtkeimzahl und koagulase-positiven Staphylokokken, in der Abbildung 21 die Korrelation zwischen laktose-negativen Enterobakteriazeen und koagulase-positiven Staphylokokken dargestellt.

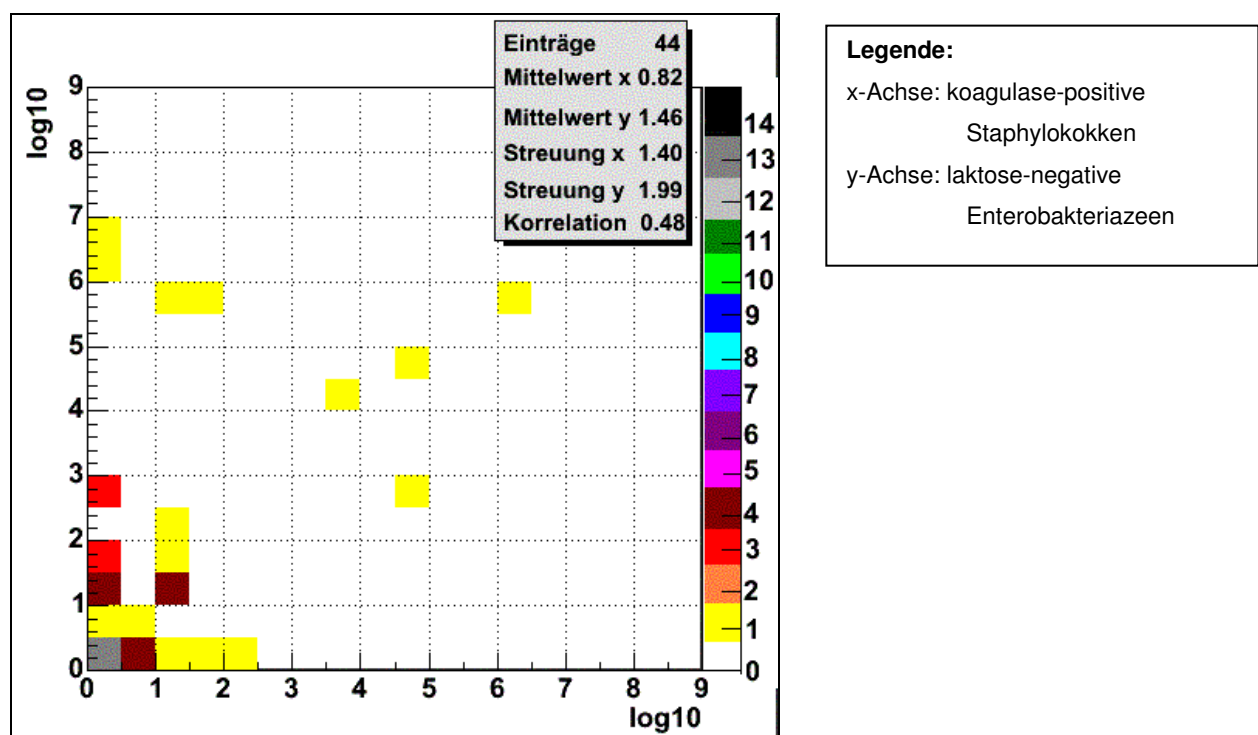
In der Abbildung 20 befinden sich im Intervall 3 bis 3,5 g KbE pro Mundschutz (Y-Achse, Gesamtkeimzahl) bzw. 0 bis 0,5 lg KbE pro Mundschutz (X-Achse, koagulase-positive Staphylokokken) acht Personen. Bei beiden Schaubildern ist eine Zweiteilung der Werte erkennbar. Ein Teil der Mundschutzproben in Abbildung 20 zeigt eine Korrelation zwischen den jeweiligen Bakteriengruppen und deren Keimzahlen, ein anderer Teil hingegen ist Staphylokokken-negativ trotz hoher Gesamtkeimzahl. Ebenso zeigt ein Teil der Proben in Abbildung 21 sowohl hohe Staphylokokken-Werte als auch (laktose-negative) Enterobakteriazeen-Werte, ein anderer Teil ist zwar enterobakteriazeen-positiv, aber Staphylokokken-negativ. Bei beiden Korrelationsdiagrammen ist, bezogen auf alle Werte, eine geringe Korrelation vorhanden, nämlich 0,58 zwischen Gesamtkeimzahl und koagulase-positiven Staphylokokken und 0,48 zwischen laktose-negativen Enterobakteriazeen und koagulase-positiven Staphylokokken.

In den Abbildungen 22 und 23 ist die Situation für den Betrieb B erkennbar. Hier ist die Korrelation zwischen koagulase-positiven Staphylokokken und Gesamtkeimzahl mit 0,22 sehr gering. Bei koagulase-positiven Staphylokokken und Enterobakteriazeen ist mit 0,05 keine Korrelation gegeben.

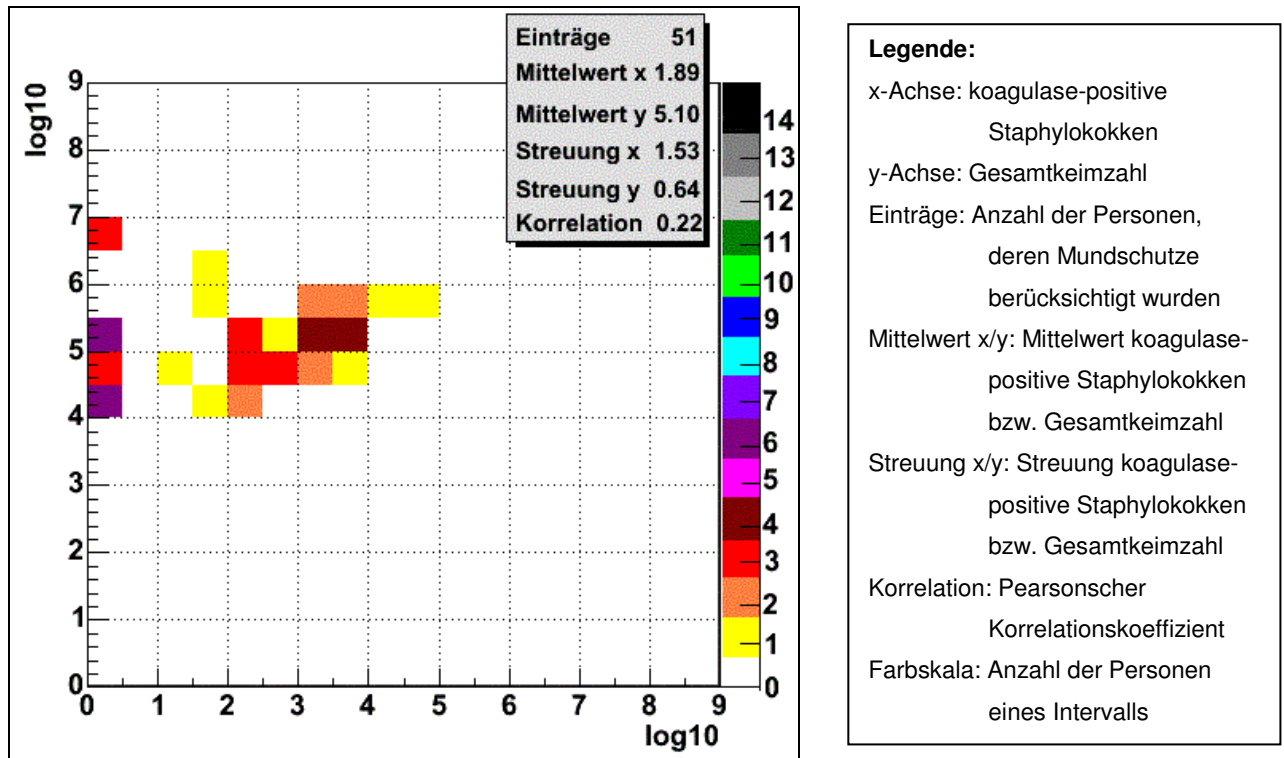
**Abbildung 20:** Korrelation zwischen Gesamtkeimzahl und koagulase-positiven Staphylokokken, Betrieb A



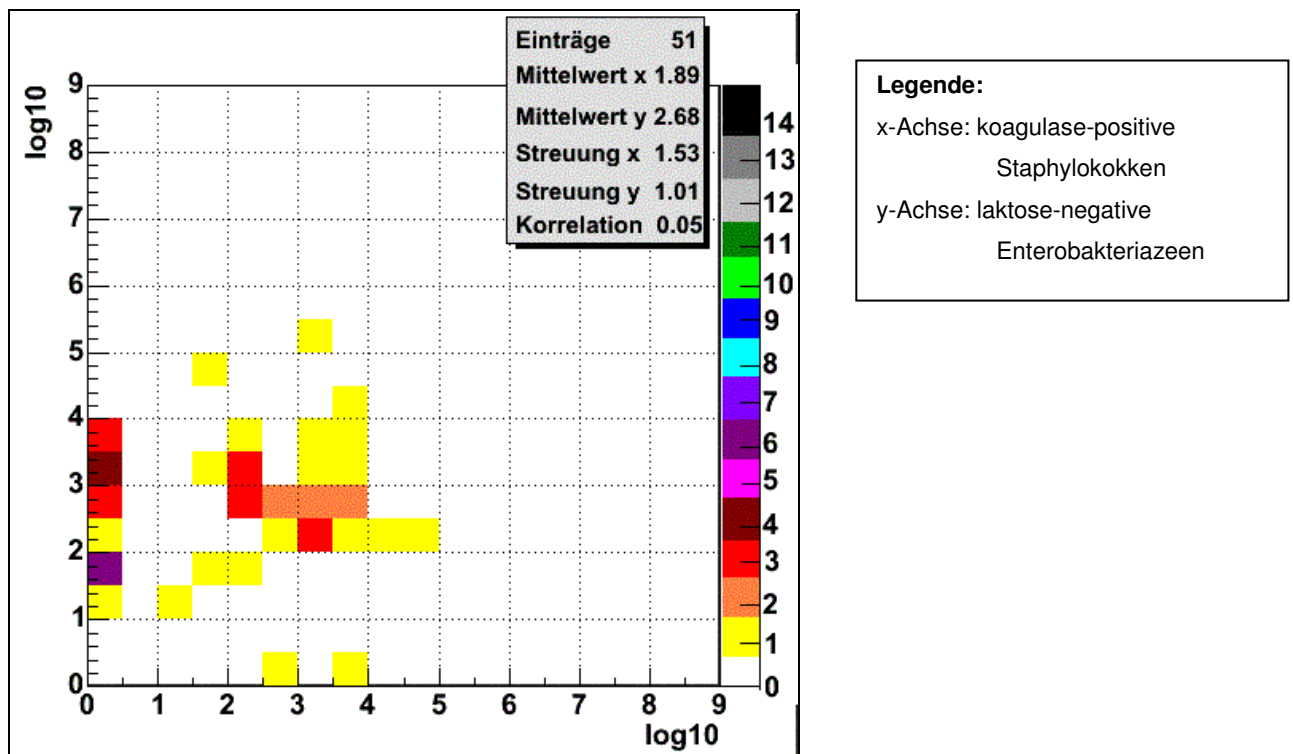
**Abbildung 21:** Korrelation zwischen laktose-negativen Enterobakteriazeen und koagulase-positiven Staphylokokken, Betrieb A



**Abbildung 22:** Korrelation zwischen Gesamtkeimzahl und gesamt-koagulase-positiven Staphylokokken, Betrieb B



**Abbildung 23:** Korrelation zwischen laktose-negativen Enterobakteriäzen und gesamt-koagulase-positiven Staphylokokken, Betrieb B



## 2.3 Auffallende Befunde einzelner Mitarbeiter

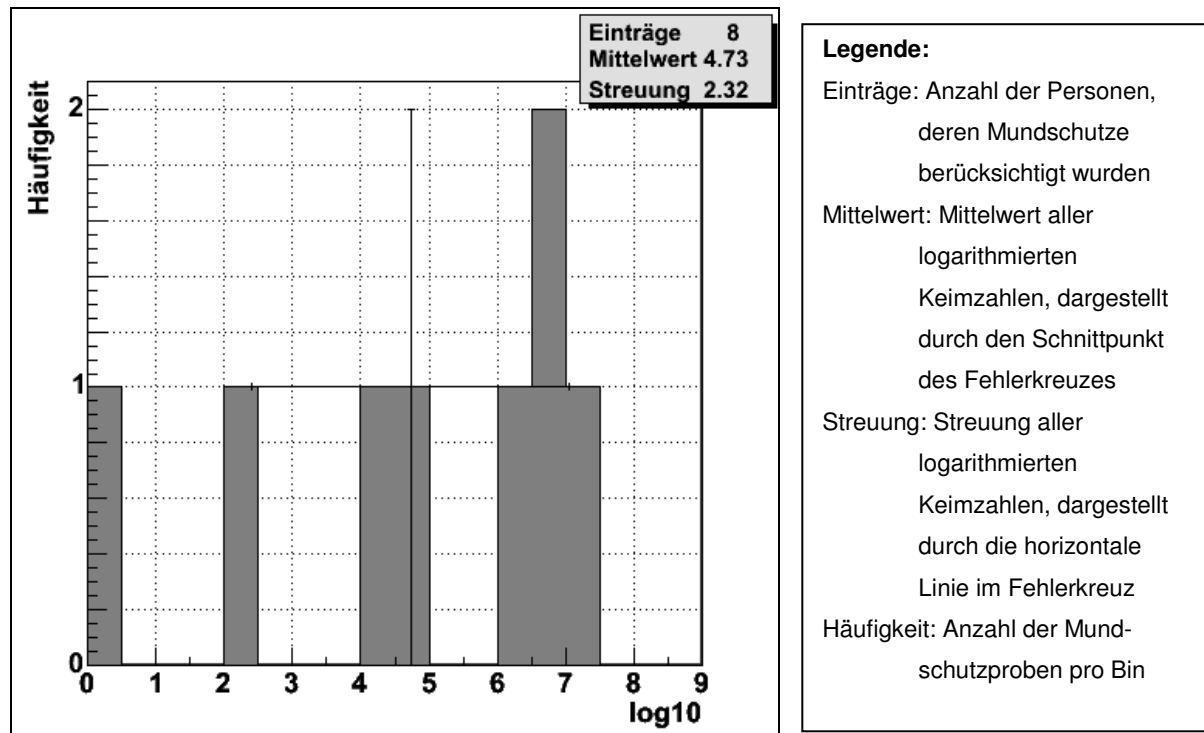
Da am Betrieb B eine einmalige Untersuchung stattgefunden hat, bei der keiner der Mitarbeiter auffällige Werte zeigte, werden in diesem Abschnitt ausschließlich Ergebnisse aus Betrieb A dargestellt (siehe Tabelle 15 und Tabellen 17 bis 29).

### 2.3.1 „Standardisierung 2“ (Mitarbeiter 22)

Nachfolgend sind die Keimzahlen für koagulase-positive Staphylokokken vom Mitarbeiter „Standardisierung 2“ aufgeführt und in Abbildung 24 graphisch dargestellt. Die Mundschutz-Proben dieses Mitarbeiters wiesen durchgehend hohe Keimzahlen auf. Dies bezog sich auf fast alle Bakteriengruppen außer *E. coli*. Besonders die Ergebnisse bei den koagulase-positiven Staphylokokken, laktose-negativen Enterobakteriazeen und der Gesamtkeimzahl waren konstant hoch (siehe Tabelle 15) und blieben auch im jahreszeitlichen Verlauf der Untersuchungen konstant, sodass die Ergebnisse auf keinen Fall im Zusammenhang mit einer akuten Erkältung oder ähnlichem standen. Der Mittelwert der Gesamtkeimzahl der acht von diesem Mitarbeiter stammenden Mundschutzproben lag mit 6,4 lg KbE höher als der Durchschnitt der übrigen Mitarbeiter (4,1 lg KbE, siehe Abbildung 14). Sie bewegte sich zwischen 3,5 lg und 9 lg KbE.

Die koagulase-positiven Staphylokokken bei dieser Person lagen mit einem Mittelwert von 4,73 lg KbE (siehe Abbildung 24) deutlich über dem Mittelwert des gesamten Betriebes A mit 0,82 lg KbE (siehe Abbildung 16) und lagen in Maximum bei 7,5 lg KbE pro Mundschutz (siehe Abbildung 24, Tabelle 15 und Tabellen 17 bis 29). Es ergab sich eine Streuung von 2,32 lg KbE bei den koagulase-positiven Staphylokokken gegenüber der Streuung aller Mitarbeiter des Betriebs A von 1,40 lg KbE. Beispielsweise waren bei der Untersuchung nach der Probennahme vom 23.07.02 keine koagulase-positiven Staphylokokken im Mundschutz nachweisbar, während zu anderen Zeitpunkten hohe Keimzahlen zu finden waren (Abbildung 24 und Tabelle 15). Die laktose-negativen Enterobakteriazeen lagen bei drei Proben unter 5,5 lg KbE pro Mundschutz, ansonsten nicht unter 7,0 lg KbE pro Mundschutz (siehe Tabelle 15).

**Abbildung 24:** Verteilung der Ergebnisse der koagulase-positiven Staphylokokken bei den Mundschutzen des Mitarbeiters „Standardisierung 2“

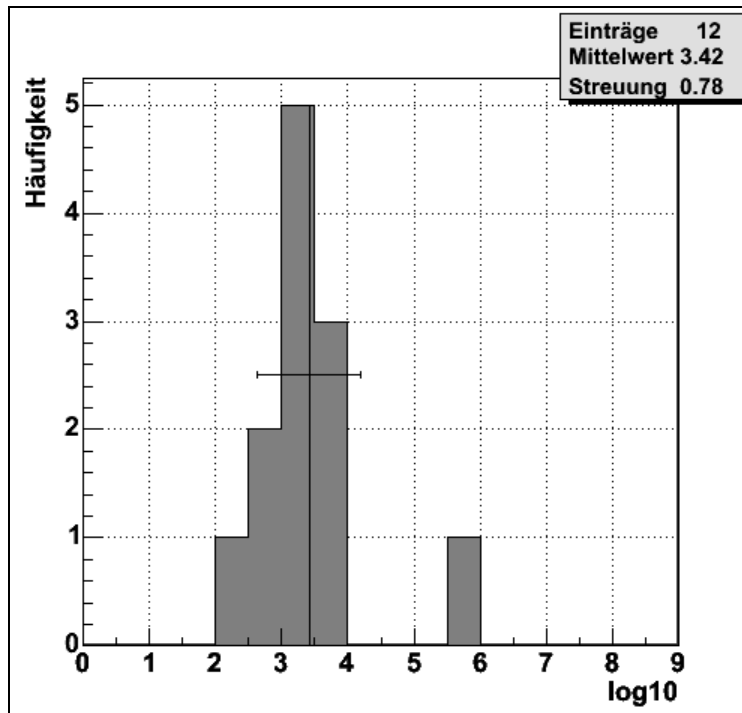


### 2.3.2 „Portionierer 2“ (Mitarbeiter 26)

Der „Portionierer 2“ wird hier herausgegriffen, weil er das andere Extrem zum Mitarbeiter „Standardisierung 2“ darstellt. Bei diesem Mitarbeiter waren alle Werte bis auf einen Untersuchungstag besonders niedrig (siehe dazu Abbildungen 25 und 26 und Tabelle 15). Außerdem lag von diesem Mitarbeiter die größte Anzahl von Mundschutzen vor, insgesamt 12 Proben. Die Gesamtkeimzahl war bei nur einer Mundschutzprobe über 5,5 lg KbE pro Mundschutz, nämlich am 15.5.02. Bei fünf von 12 Proben lagen die Werte im Intervall 3 bis 3,5 lg KbE pro Mundschutz. Die koagulase-positiven Staphylokokken, Enterobakteriazeen und *E. coli* lagen bei allen Mundschutzproben unter der Nachweisgrenze.



**Abbildung 25:** Verteilung der Gesamtkeimzahlergebnisse der Mundschutze des Mitarbeiters „Portionierer 2“



**Legende:**

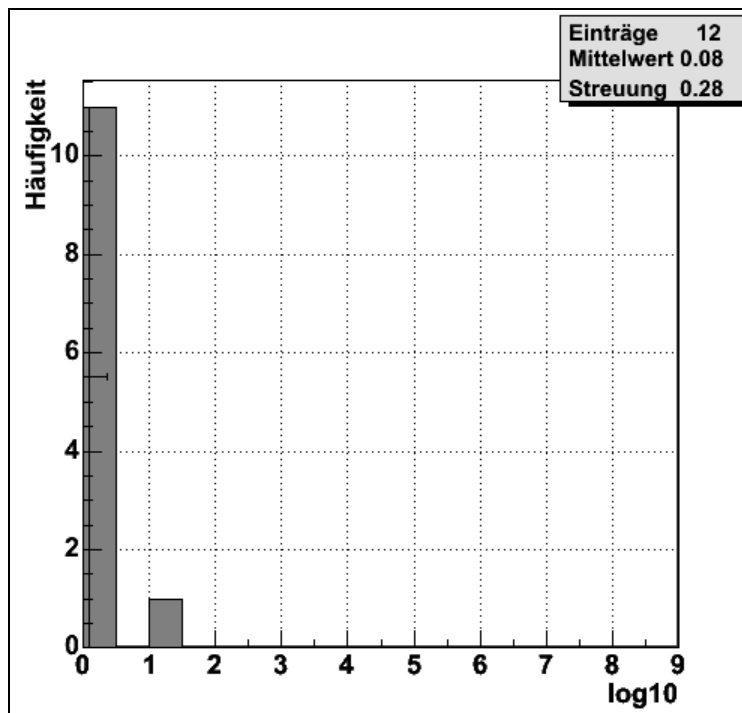
Einträge: Anzahl der Personen, deren Mundschutze berücksichtigt wurden

Mittelwert: Mittelwert aller logarithmierten Keimzahlen, dargestellt durch den Schnittpunkt des Fehlerkreuzes

Streuung: Streuung aller logarithmierten Keimzahlen, dargestellt durch die horizontale Linie im Fehlerkreuz

Häufigkeit: Anzahl der Mundschutzproben pro Bin

**Abbildung 26:** Verteilung der Ergebnisse der koagulase-positiven Staphylokokken bei den Mundschutzen des Mitarbeiters „Portionierer 2“



### 2.3.3 „Portionsübergabe 3“ (Mitarbeiter 29)

Bei diesem Mitarbeiter war die Gesamtkeimzahl relativ konstant. Zwei der untersuchten Mundschutze wiesen koagulase-positive Staphylokokken (siehe Tabelle 16 und Tabellen 17 bis 29).

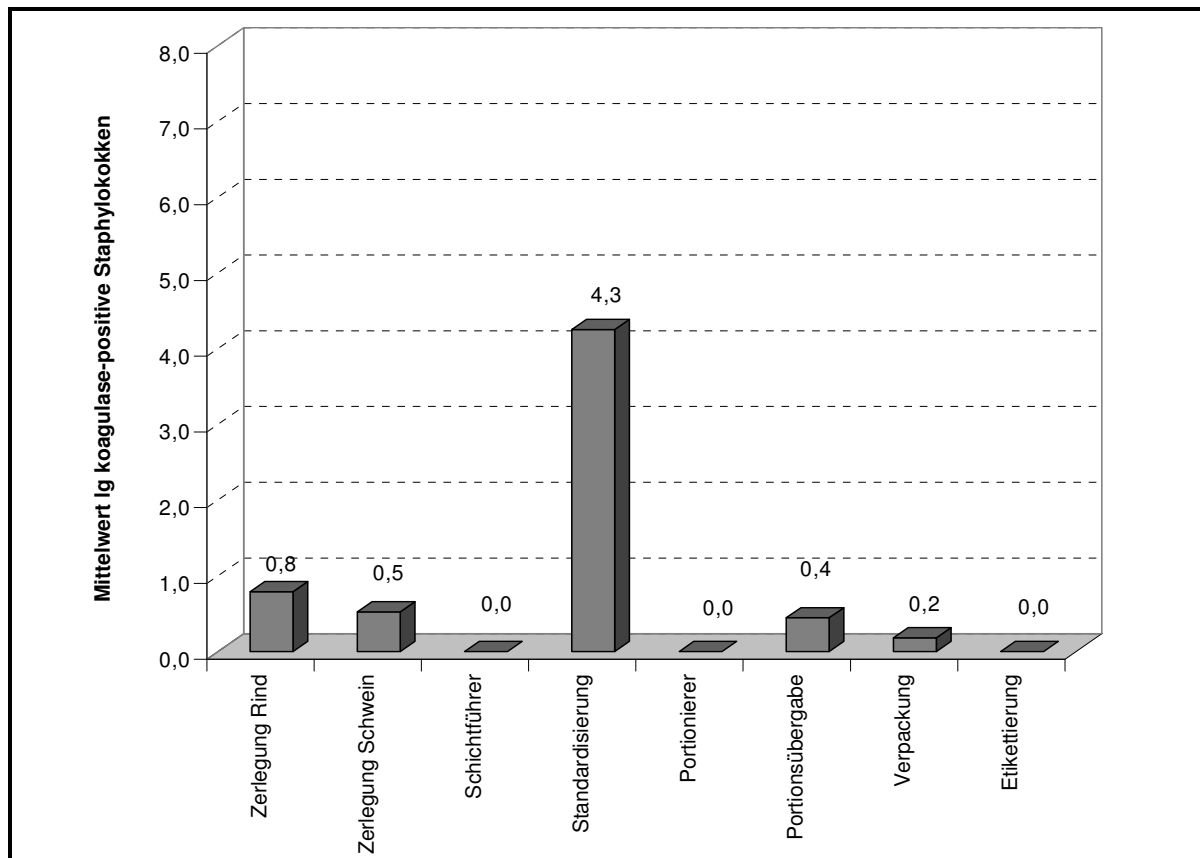
**Tabelle 16:** Ergebnisse der Mundschutze von Mitarbeiter „Portionsübergabe 3“  
(Gesamtkeimzahl und koagulase-positive Staphylokokken)

Datum der Untersuchung	Mundschutz- Probe Nr.	Ig KbE Gesamtkeimzahl	Ig KbE koagulase-positive Staphylokokken
04.07.2002	1	3,0	n. n
16.07.2002	2	2,7	n. n
25.07.2002	3	2,7	n. n
25.10.2002	4	1,6	n. n
31.10.2002	5	2,6	1,5
07.11.2002	6	2,8	2,3
27.11.2002	7	3,2	n. n

n. n: nicht nachweisbar oder unter der Nachweisgrenze von  $10^1$  KbE

## 2.4 Funktion der Mitarbeiter und Ergebnisse der Keimzahlen

In Abbildung 27 ist dargestellt, welche Staphylokokken-Mittelwerte bei den einzelnen Mitarbeiterfunktionen beobachtet wurden. Beim Betrieb A fällt auf, dass die Standardisierer (Anzahl der Proben,  $n = 12$ ; Anzahl der Mitarbeiter,  $x = 4$ ) mit einem Mittelwert von 4,3 Ig KbE deutlich gegenüber allen anderen Mitarbeiterfunktionen durch hohe Staphylokokken-Zahlen hervortraten. Bei den Zerlegern (Zerleger Schwein:  $n = 15$ ,  $x = 10$  und Zerleger Rind:  $n = 19$ ,  $x = 9$ ) waren die Werte niedrig, ebenso wie bei der Portionsübergabe ( $n = 21$ ,  $x = 8$ ) und Verpackung ( $n = 15$ ,  $x = 5$ ). Die anderen Funktionen, wie Schichtführer ( $n = 1$ ,  $x = 1$ ), Portionierer ( $n = 17$ ,  $x = 2$ ) und Etikettierung ( $n = 11$ ,  $x = 6$ ) waren Staphylokokken-negativ.

**Abbildung 27:** Mitarbeiterfunktion und Staphylokokken-Keimzahl, Betrieb A

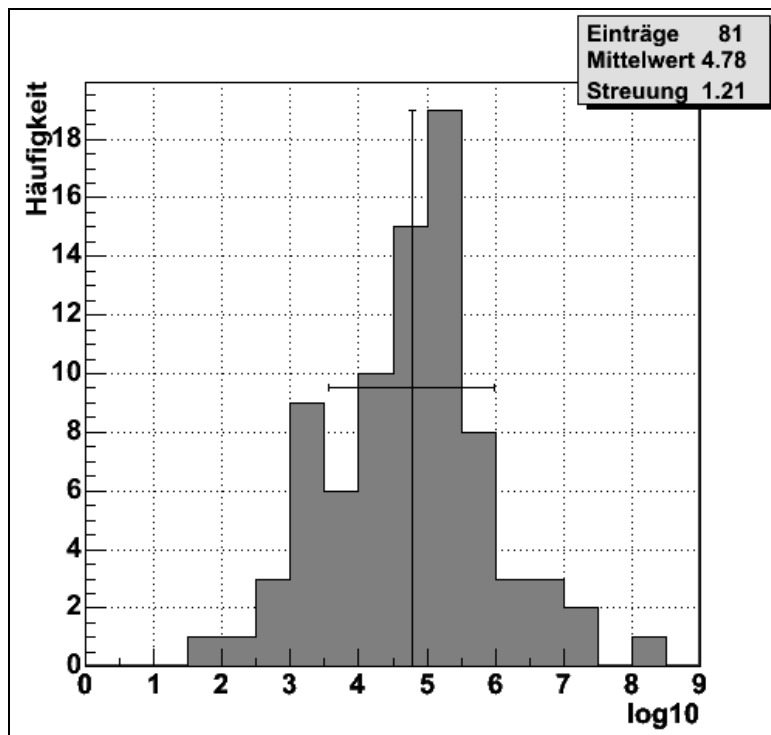
Auch am Betrieb B waren, wie am Betrieb A, die Werte je nach Funktion unterschiedlich. Hier wurde lediglich die Unterteilung in Hackfleischproduktion ( $n=5$ ,  $x=5$ ) und Zerleger ( $n=46$ ,  $x=46$ ) vorgenommen (siehe Tabellen 30 bis 35 im Anhang). Bei den Zerlegern lag der Mittelwert bei 2,1 lg KbE während bei den Mitarbeitern der Hackfleischproduktion keine koagulase-positiven Staphylokokken nachzuweisen waren.

## 2.5 Geschlecht der Mitarbeiter und Keimzahlen im Mundschutz

Bemerkenswert ist die Betrachtung der Keimzahlen, die in den Mundschutzproben festgestellt wurden, in Abhängigkeit vom Geschlecht der Mitarbeiter. Am Betrieb A waren 28 % ( $x = 10$ ) der männlichen Mitarbeiter Staphylokokken-positiv gegenüber 22 % ( $x = 2$ ) der weiblichen Mitarbeiter. Im Betrieb B waren alle Mitarbeiterinnen ( $x = 5$ ) Staphylokokken-negativ, bei den Männern waren 72 % ( $x = 33$ ) Staphylokokken-positiv. Die gesamte Hackfleischproduktion an diesem Betrieb wurde von Frauen vorgenommen.

Es muss angemerkt werden, dass die Anzahl der Mundschutzproben von Frauen geringer war, da insgesamt weniger Frauen ( $x = 14$ ) als Männer ( $x = 81$ ) in den untersuchten Hackfleischproduktionen arbeiteten. Bei den 81 männlichen Mitarbeitern beider Betriebe ist in Abbildung 28 die Verteilung der Gesamtkeimzahlen dargestellt. Der Mittelwert der Gesamtkeimzahl liegt bei 4,78 lg KbE, der Mittelwert bei den 14 weiblichen Mitarbeitern liegt bei 3,74 lg KbE. Die Streuung der Gesamtkeimzahlergebnisse liegt bei lg 1,21 KbE bzw. bei 0,95 lg KbE. Bei den koagulase-positiven Staphylokokken liegt der Mittelwert bei den männlichen Mitarbeitern bei 1,61 lg KbE und bei 0,20 lg KbE bei den Frauen (siehe Abbildungen 30 und 31). Die Mittelwerte der Keimzahlen der männlichen Mitarbeiter für beide Bakteriengruppen sind ähnlich den Mittelwerten aus den Abbildungen 36 und 37, in denen alle Mitarbeiter beider Betriebe zusammengefasst sind (4,62 lg KbE, Gesamtkeimzahl; 1,39 lg KbE, koagulase-positive Staphylokokken)

**Abbildung 28:** Verteilung der Gesamtkeimzahlergebnisse bei Mundschutzen von männlichen Mitarbeitern beider Betriebe



**Legende:**

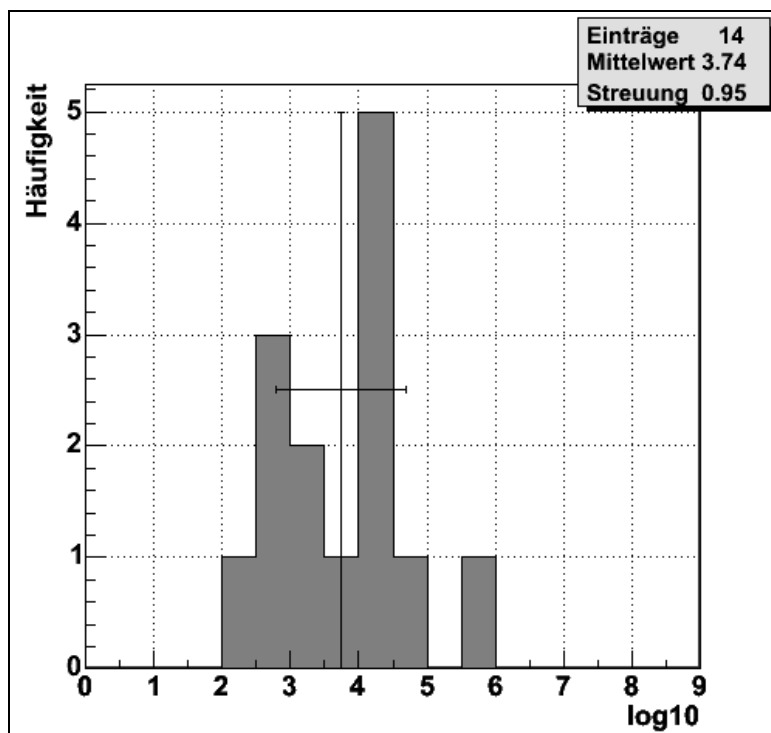
Einträge: Anzahl der  
Männer/Frauen, deren  
Mundschutze  
berücksichtigt wurden

Mittelwert: Mittelwert aller  
logarithmierten  
Keimzahlen,  
dargestellt durch den  
Schnittpunkt des  
Fehlerkreuzes

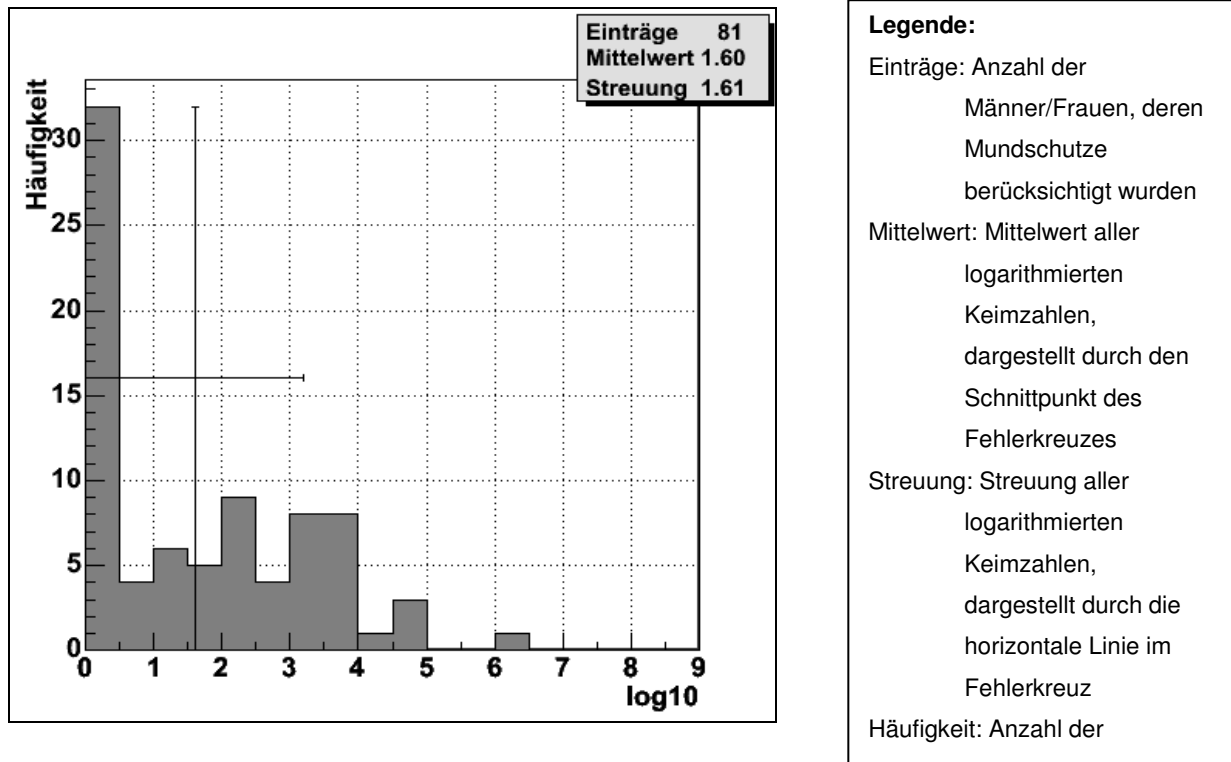
Streuung: Streuung aller  
logarithmierten  
Keimzahlen,  
dargestellt durch die  
horizontale Linie im  
Fehlerkreuz

Häufigkeit: Anzahl der

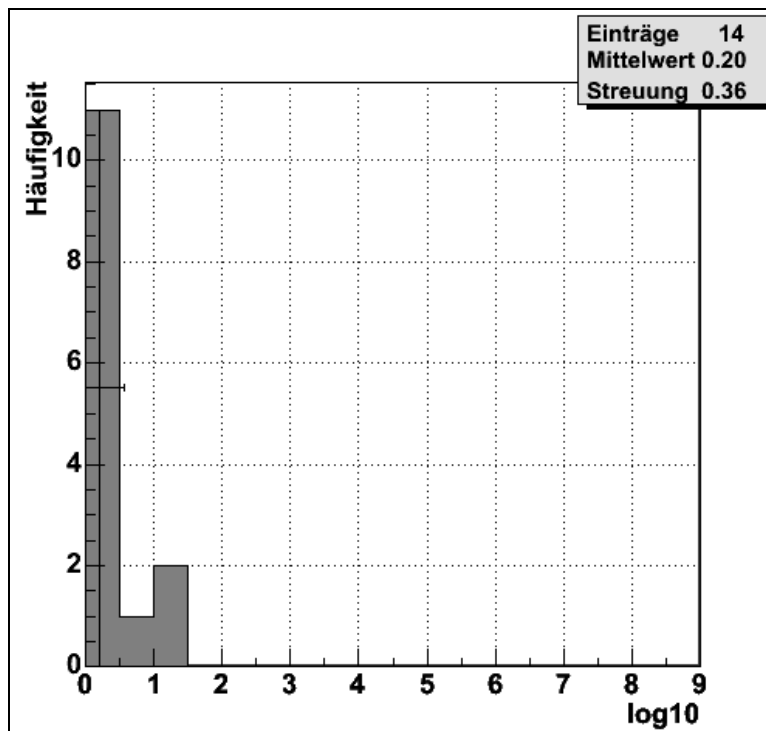
**Abbildung 29:** Verteilung der Gesamtkeimzahlergebnisse bei Mundschutzen von weiblichen Mitarbeitern beider Betriebe



**Abbildung 30:** Verteilung der Ergebnisse der koagulase-positiven Staphylokokken bei den Mundschutzen von männlichen Mitarbeitern beider Betriebe



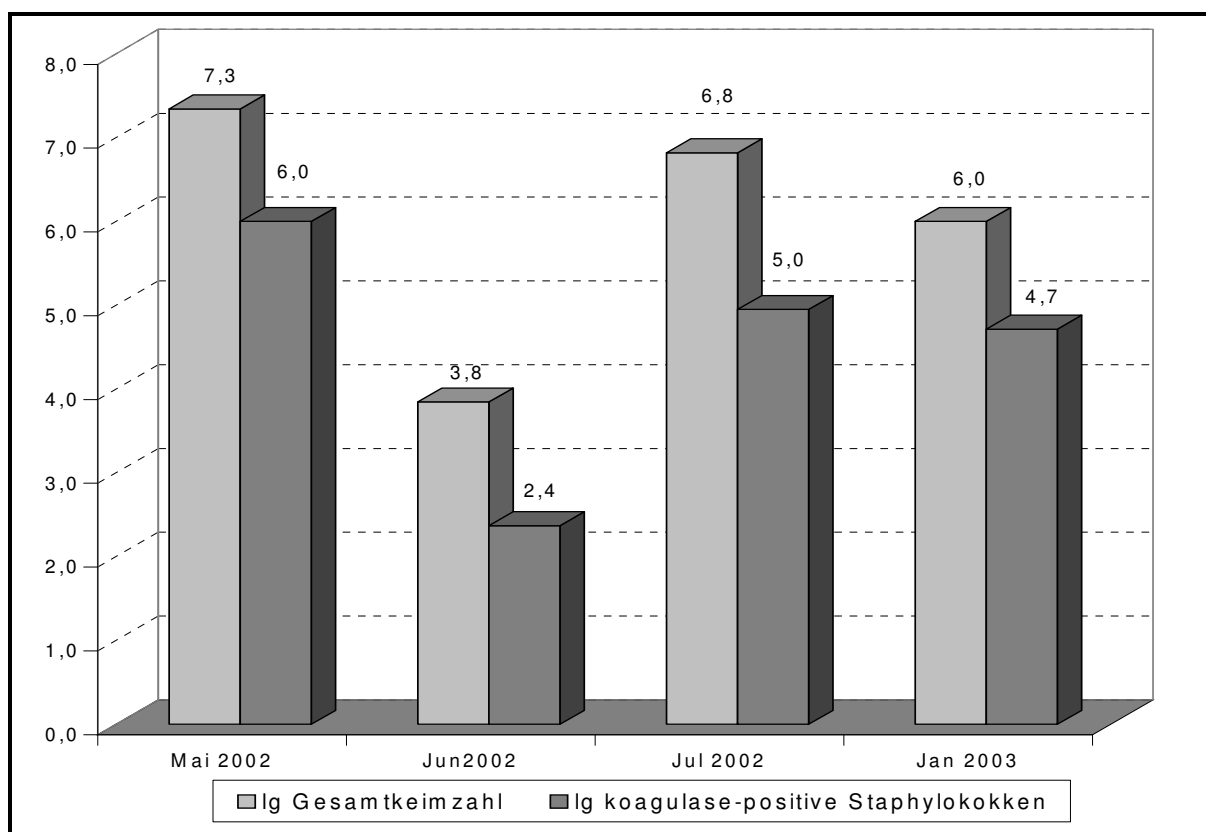
**Abbildung 31:** Verteilung der Ergebnisse der koagulase-positive Staphylokokken bei den Mundschutzen von weiblichen Mitarbeitern beider Betriebe



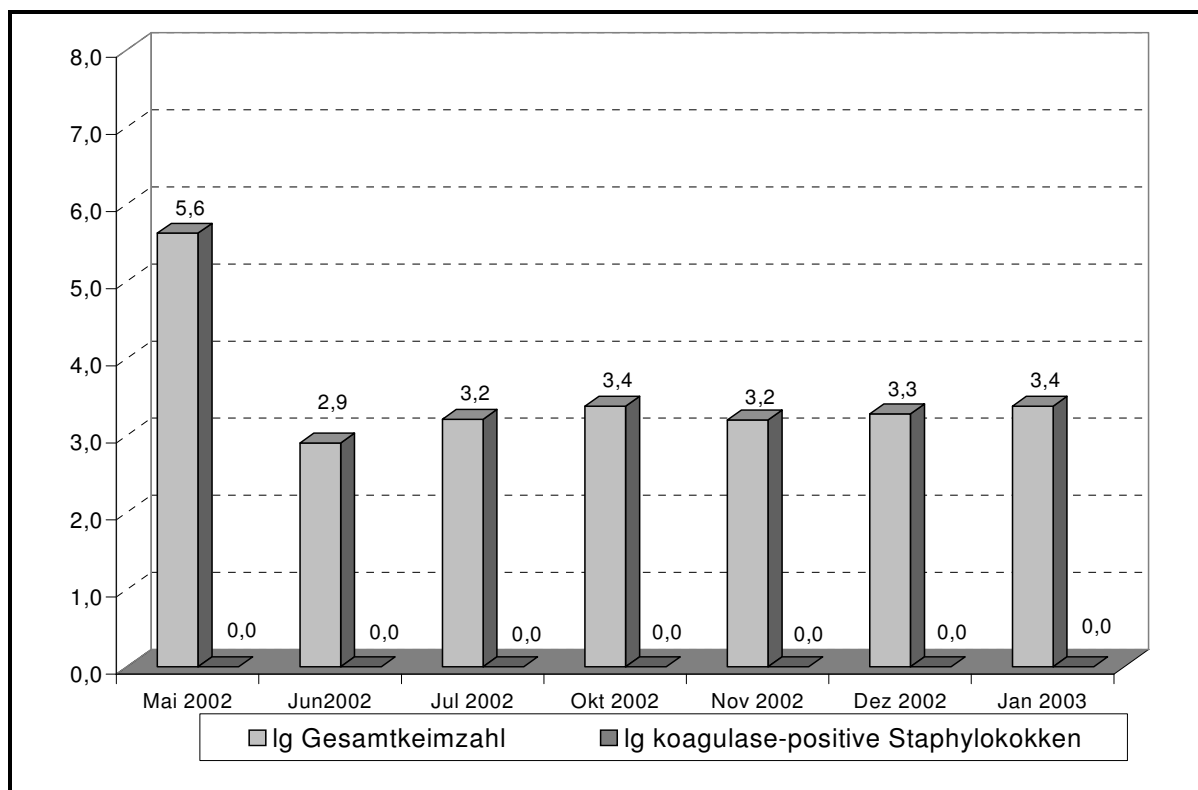
## 2.6 Betrachtung der Mitarbeiter von Betrieb A im Jahresverlauf

Bei drei in den Abbildungen 32 bis 34 herausgestellten Mitarbeitern, nämlich „Standardisierung 2“, „Portionierer 2“ und „Verpackung 3“, wurden die Ergebnisse zusätzlich im Jahresverlauf der Probennahme betrachtet. Dabei sieht man, dass die Ergebnisse in einzelnen Fällen jahreszeitlich variieren (z. B. bei Mitarbeiter „Verpackung 3“). Bei den beiden anderen Mitarbeitern wiederum („Standardisierung 2“ und „Portionierer 2“) bleiben die Keimzahlen in den Monaten der Untersuchung relativ konstant.

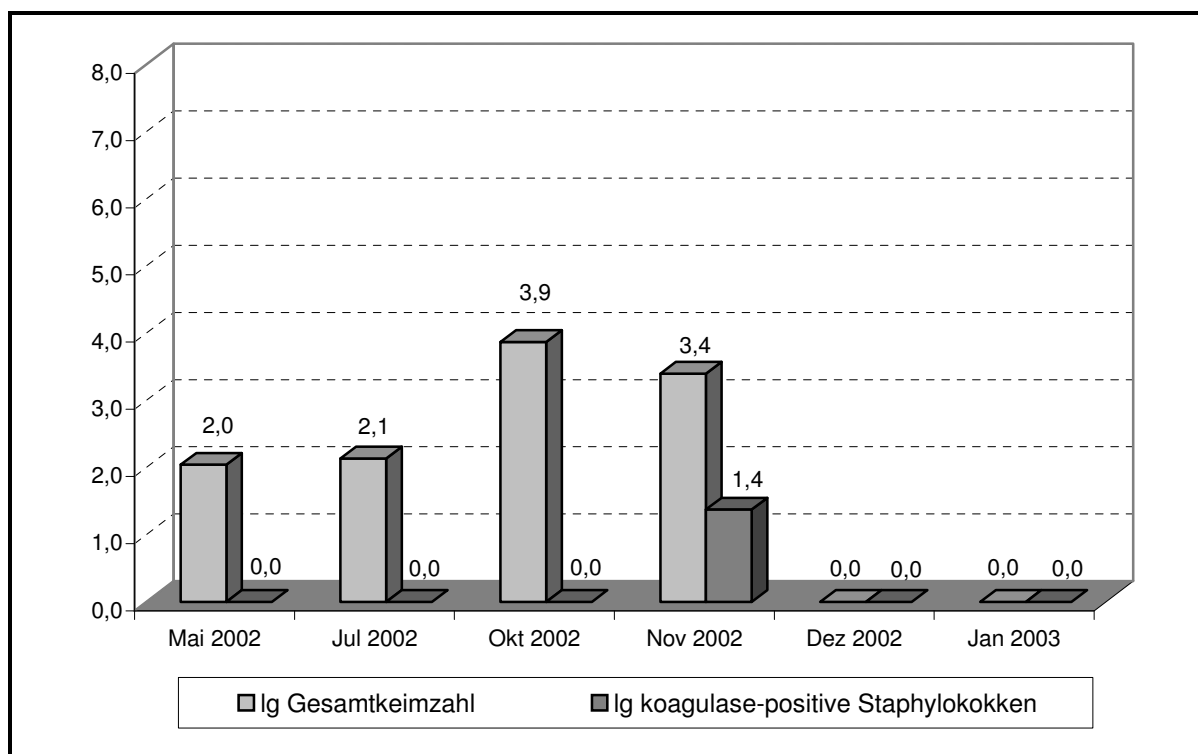
**Abbildung 32:** Jahreszeitlicher Verlauf der mikrobiologischen Mundschutz-Werte von Mitarbeiter „Standardisierung 2“



**Abbildung 33:** Jahreszeitlicher Verlauf der mikrobiologischen Mundschutz-Werte von Mitarbeiter „Portionierer 2“



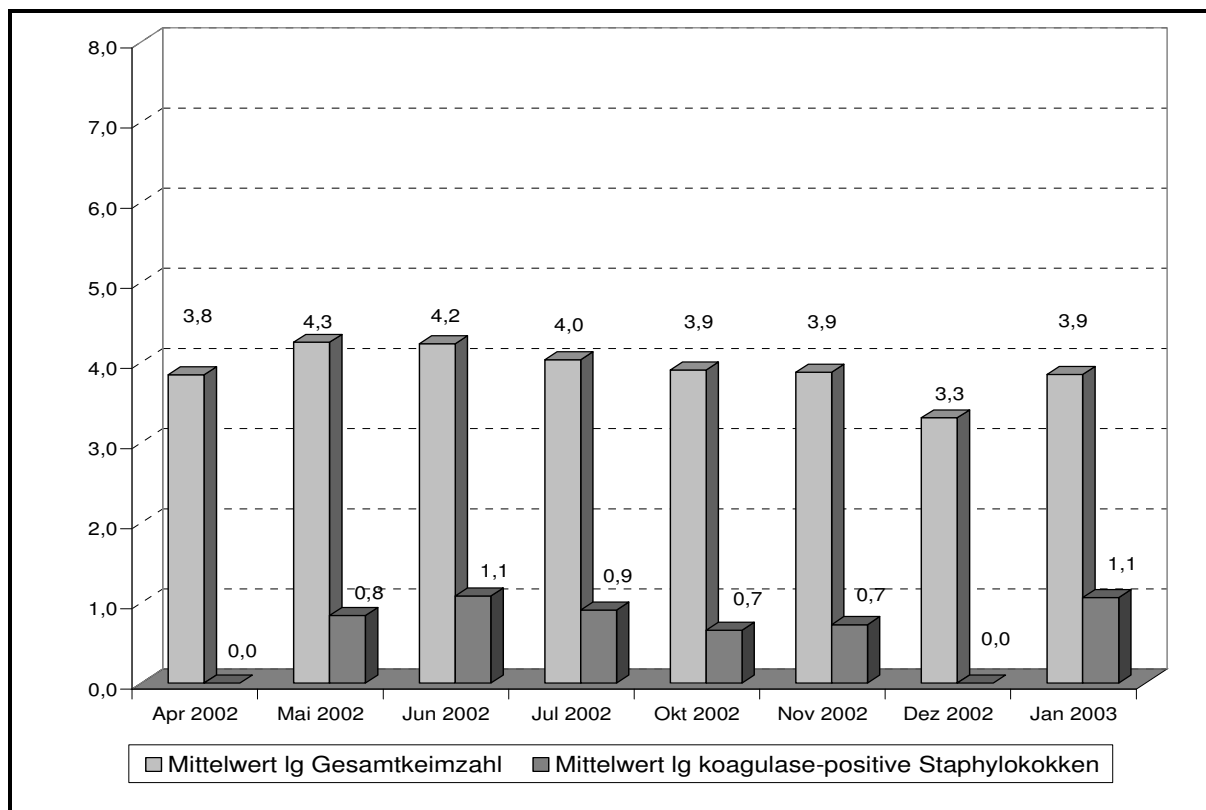
**Abbildung 34:** Jahreszeitlicher Verlauf der mikrobiologischen Mundschutz-Werte von Mitarbeiter „Verpackung 3“





In Abbildung 35 sind die Mittelwerte der Gesamtkeimzahl und koagulase-positiven Staphylokokken aller Mitarbeiter des Betriebes A im Verhältnis zu dem Monat der Probennahme aufgezeigt. Dabei fällt auf, dass vor allem bei der Gesamtkeimzahl kaum ein jahreszeitlicher Unterschied zu beobachten ist, die Staphylokokken dagegen variieren mehr und liegen sowohl im April als auch im Dezember unter der Nachweisgrenze.

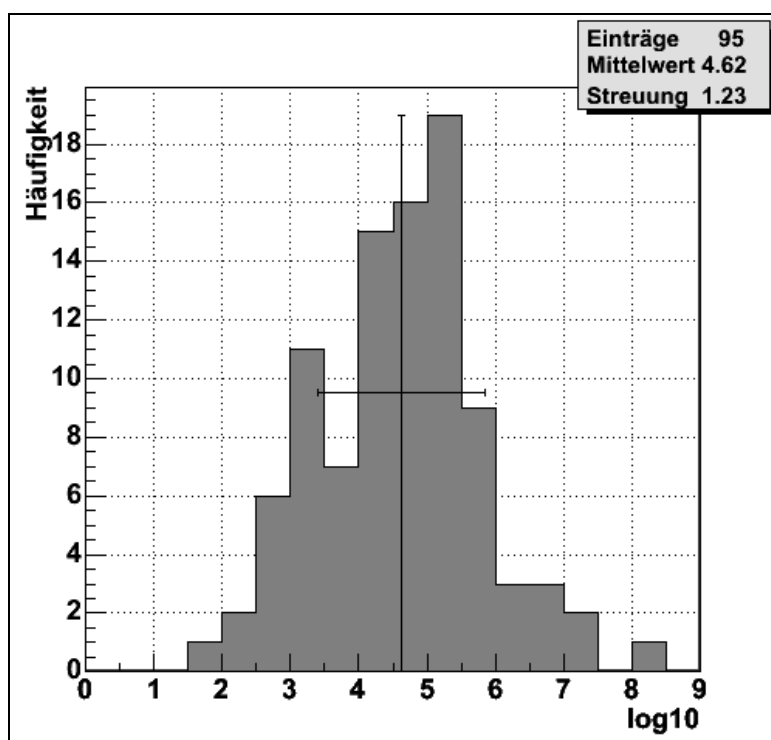
**Abbildung 35:** Zusammenhang zwischen Keimzahlen und Monat der Probennahme



## 2.7 Zusammenfassende Auswertung der beiden Betriebe hinsichtlich der Keimzahlen im Mundschutz der Mitarbeiter

In diese Betrachtung gingen alle 95 untersuchten Mitarbeiter beider Betriebe gemeinsam ein. Die Abbildung 36 zeigt die Werte der Gesamtkeimzahl hinsichtlich ihrer Häufigkeit bezogen auf den gesamten Umfang der untersuchten Personen. Der Mittelwert liegt bei 4,62 lg KbE pro Mundschutz. Am häufigsten liegen die Keimzahlwerte im Intervall 5 bis 5,5 lg KbE pro Mundschutz. Der Abbildung 37 sind die Verteilung und der Mittelwert der koagulase-positiven Staphylokokken zu entnehmen, letzterer liegt bei 1,39 lg KbE. Insgesamt waren 52 (55 %) von 95 Personen Staphylokokken-positiv, während sich 43 (45%) Personen, deren Mundschutze untersucht wurden, im Intervall 0 bis 0,5 lg KbE befinden und damit als Staphylokokken-negativ anzusehen sind. In Abbildung 38 sind die Häufigkeiten und der Mittelwert der lactose-negativen Enterobakteriazeen aufgeführt. Der Mittelwert beträgt hier 2,11 lg KbE.

**Abbildung 36:** Verteilung der Gesamtkeimzahlergebnisse der Mundschutze beider Betriebe



### Legende:

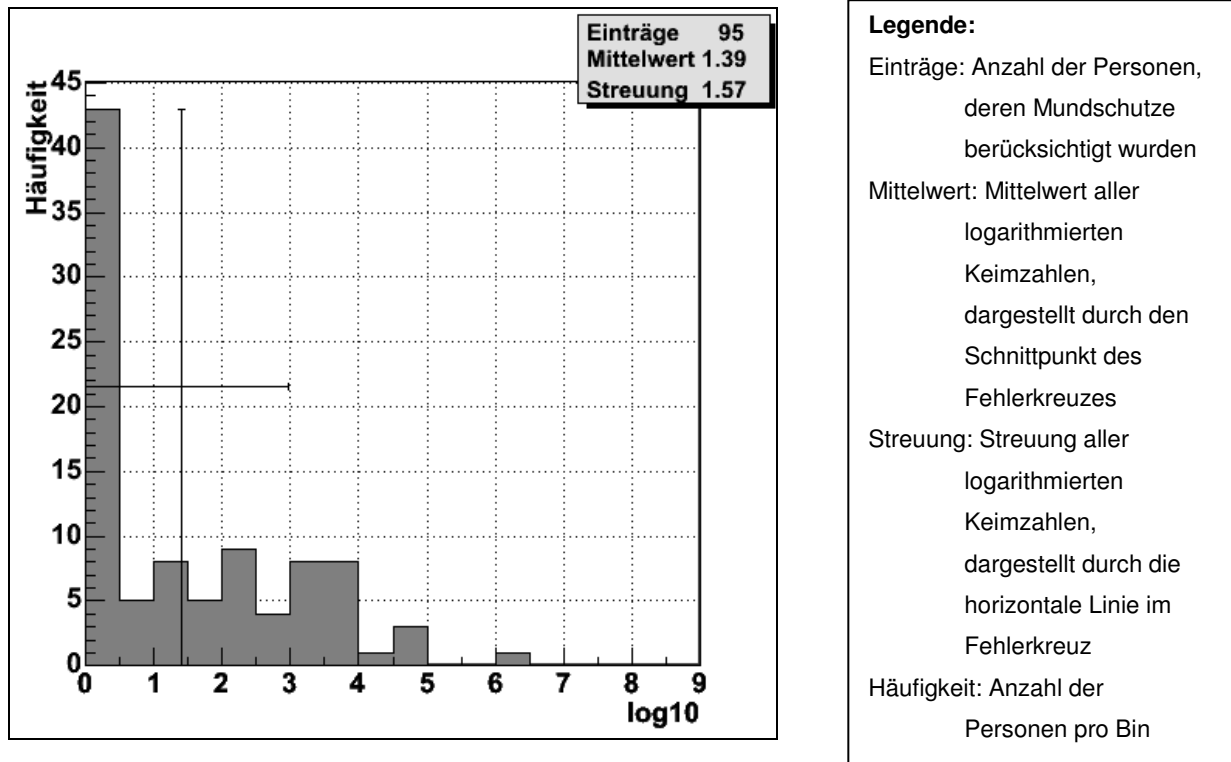
Einträge: Anzahl der Personen, deren Mundschutze berücksichtigt wurden

Mittelwert: Mittelwert aller logarithmierten Keimzahlen, dargestellt durch den Schnittpunkt des Fehlerkreuzes

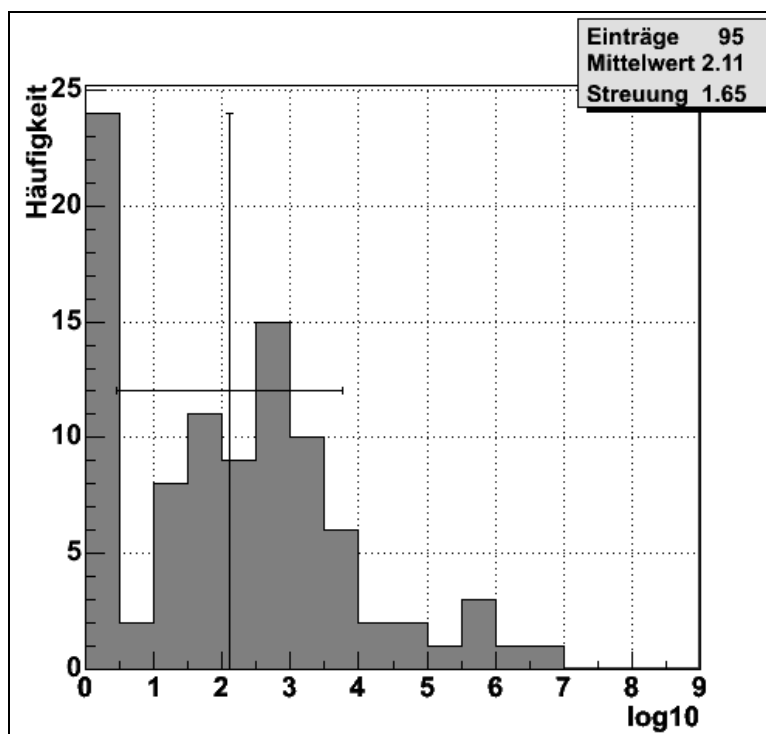
Streuung: Streuung aller logarithmierten Keimzahlen, dargestellt durch die horizontale Linie im Fehlerkreuz

Häufigkeit: Anzahl der Personen pro Bin

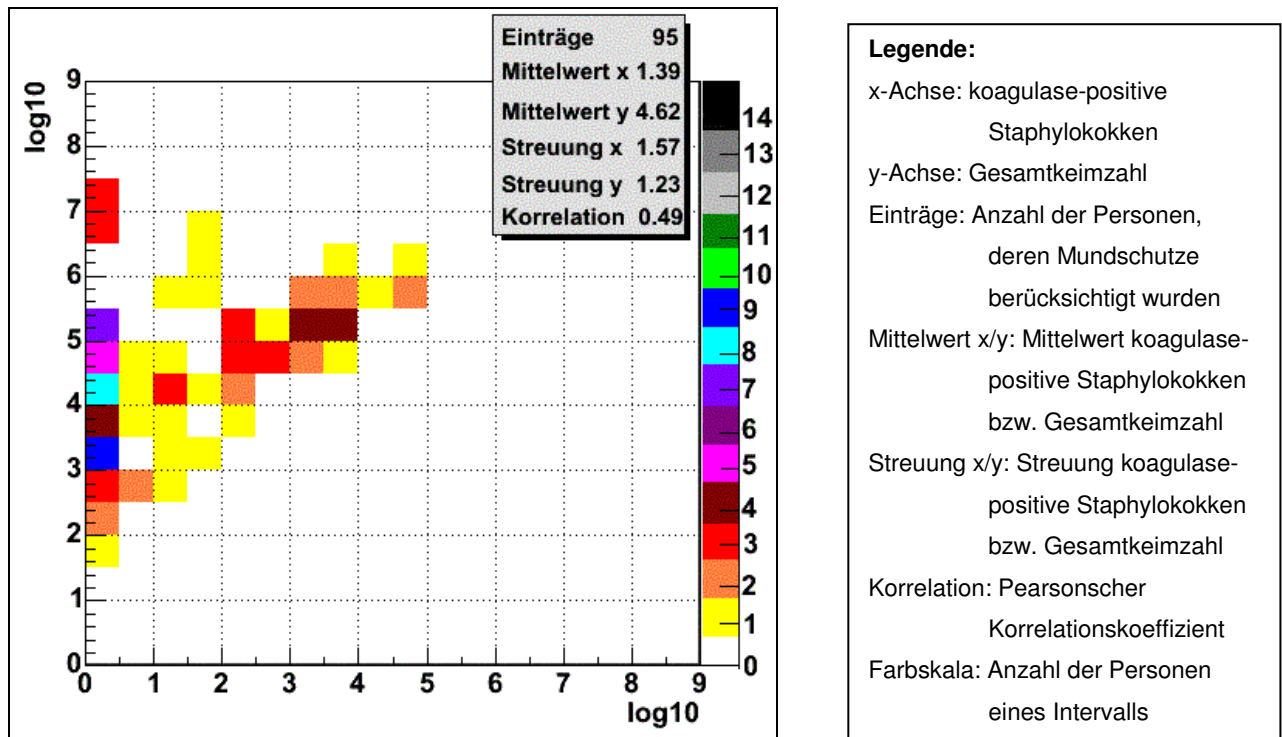
**Abbildung 37:** Verteilung der Ergebnisse der koagulase-positiven Staphylokokken der Mundschutze beider Betriebe



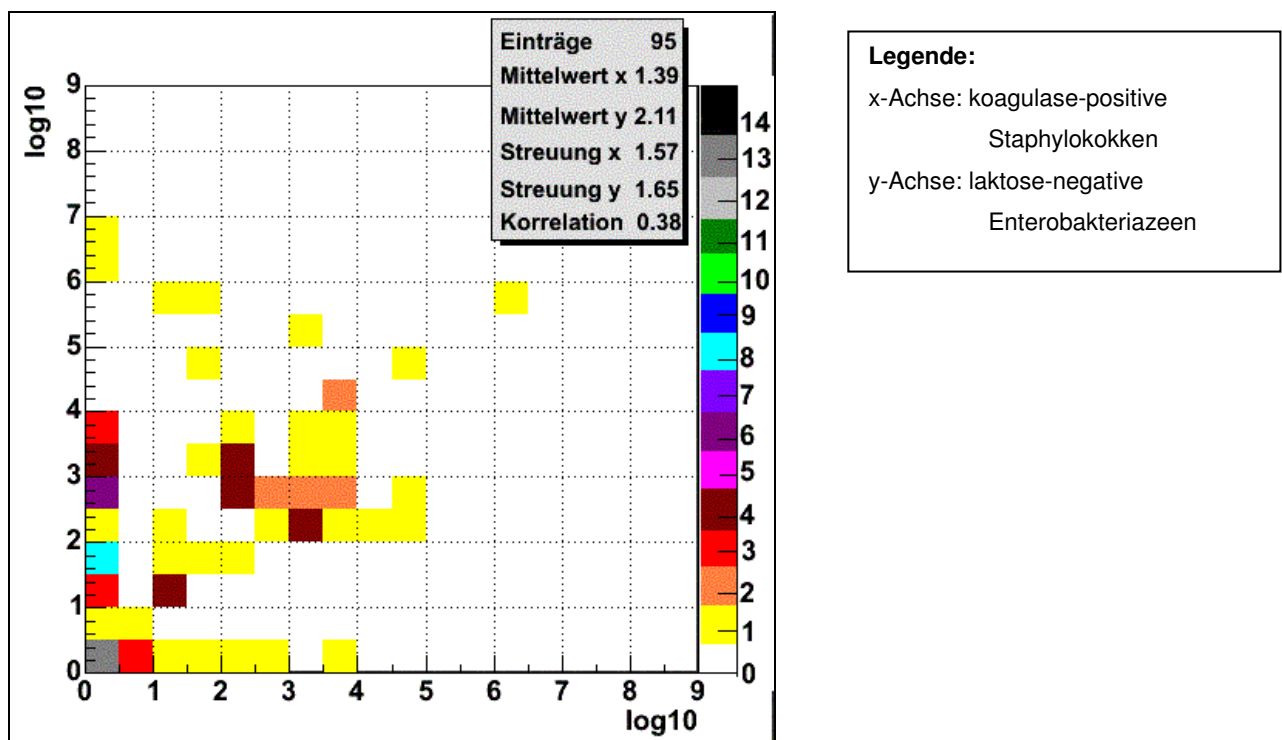
**Abbildung 38:** Verteilung der Ergebnisse der laktose-negativen Enterobakteriazeen der Mundschutze beider Betriebe



**Abbildung 39:** Korrelation zwischen Gesamtkeimzahl und koagulase-positiven Staphylokokken im Mundschutz beider Betriebe



**Abbildung 40:** Korrelation zwischen laktose-negativen Enterobakteriazeen und koagulase-positiven Staphylokokken im Mundschutz beider Betriebe

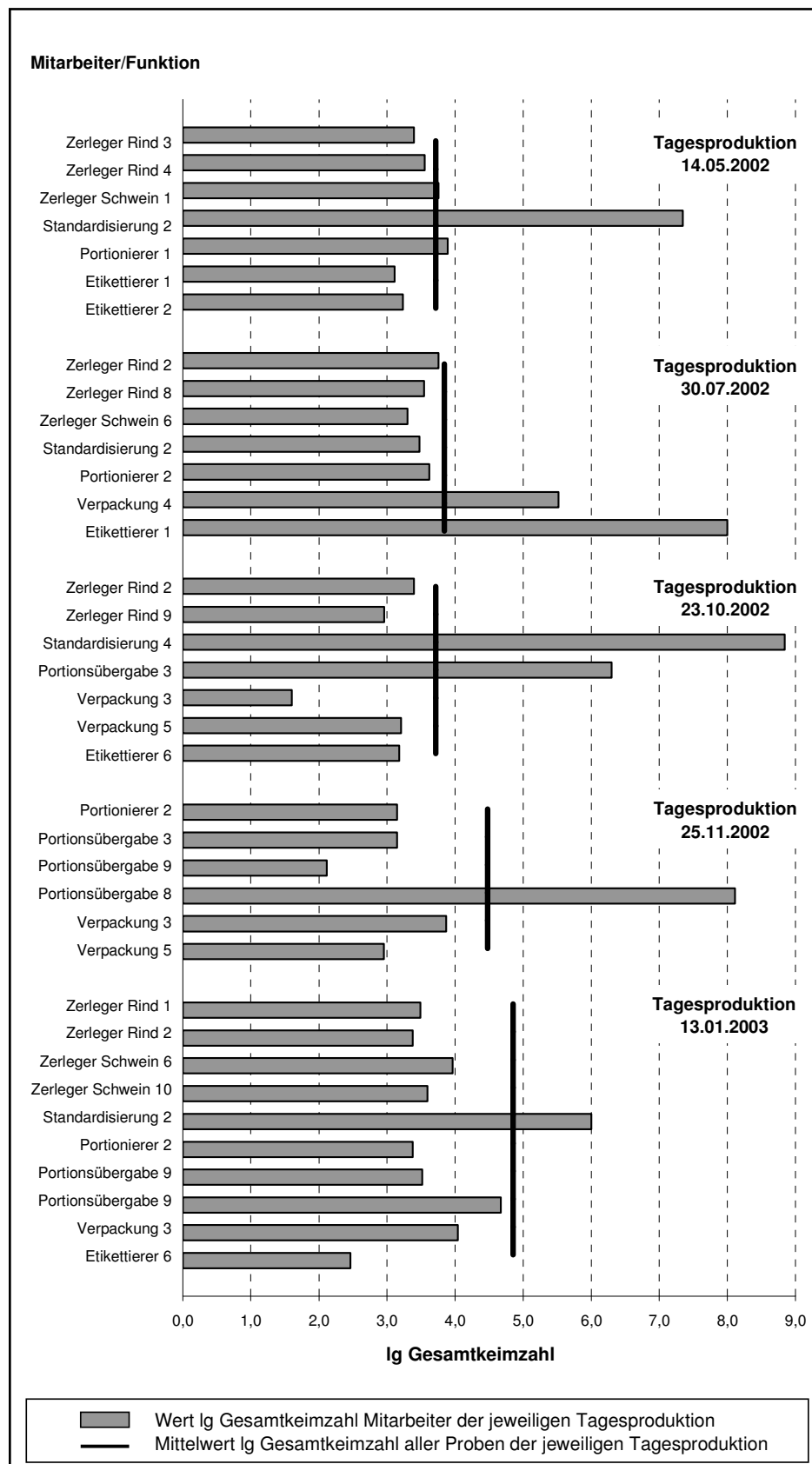


In den Abbildungen 39 und 40 ist für alle untersuchten Personen die Korrelation zwischen Gesamtkeimzahl und koagulase-positiven Staphylokokken aufgetragen. Es ist eine geringfügige Korrelation von 0,49 bzw. 0,38 bei beiden Diagrammen erkennbar (siehe auch Abbildung 13).

### 3 Mikrobiologische Befunde des zeitgleich hergestellten Hackfleischs

Um einen Bezug zu den am gleichen Tag untersuchten Hackfleisch-Chargen zu schaffen, sollen die mikrobiologischen Ergebnisse der Hackfleischuntersuchung mit berücksichtigt werden. In Abbildung 41 werden für den Betrieb A Keimzahlen von jeweils fünf untersuchten Hackfleischproben für ausgewählte Produktionstage mit den mikrobiologischen Ergebnissen der Gesamtkeimzahl-Bestimmung aus den Mundschutzen des gleichen Betriebes verglichen. Dabei bilden fünf Einzelproben eine Partie entsprechend der Fleischhygieneverordnung. In der Abbildung wird deutlich, dass es trotz der großen Schwankungen bei den Keimgehalten der Mundschutze keine Schwankungen bei den mikrobiologischen Ergebnissen der Hackfleisch-Untersuchung gab. Den maximalen Gesamtkeimzahlwert mit 8,8 lg KbE wies der Mundschutz eines Mitarbeiters am 23.10.02 auf. Der geringste Wert mit 1,5 lg KbE war ebenfalls am 23.10.02 bei einem Mitarbeiter zu finden. Die Mittelwerte des Hackfleischs schwankten dagegen nur zwischen 3,8 lg KbE/g (am 23.10.02) und 4,9 lg KbE/g (am 13.01.02). Das Minimum aller Hackfleisch-Einzelproben lag bei 2,9 lg KbE/g, das Maximum bei 5,23 lg KbE/g. Bei den koagulase-positiven Staphylokokken war keine der am Tag der Mundschutzuntersuchung ebenfalls untersuchten Hackfleischproben positiv, d.h. die Keimzahlen für das Hackfleisch lagen unter dem Richtwert  $m$  von 2 lg KbE/g Hackfleisch (siehe auch Kapitel 6 im Literaturteil). Deshalb wurde keine entsprechende Betrachtung wie in Abbildung 41 für diese Bakteriengruppe vorgenommen. Am Betrieb B wurde das Hackfleisch ebenfalls am gleichen Produktionstag der Probennahme von Mundschutzen einer routinemäßigen Untersuchung unterzogen. Dabei wurden ebenfalls Proben von fünf Hackfleisch-Chargen beziehungsweise einer Partie untersucht. Der Mittelwert der Hackfleisch-Gesamtkeimzahlwerte lag bei 4,7 lg KbE/g. Koagulase-positive Staphylokokken waren im gemischten Hackfleisch mit Werten von 1,5 lg KbE/g und 1,9 lg KbE/g enthalten und lagen somit ebenfalls unter dem Richtwert  $m$  für Hackfleisch von 2 lg KbE/g Hackfleisch.

**Abbildung 41:** Mikrobiologische Werte der Gesamtkeimzahl aus Mundschutzen und Hackfleisch ausgewählter Tagesproduktionen



## **E DISKUSSION**

### **1 Besprechung der vorgenommenen mikrobiologischen Untersuchungen der Mundschutze und der statistischen Auswertung**

Bei der Bewertung der vorliegenden Ergebnisse ist zu beachten, dass eine Unterscheidung zwischen den untersuchten Mundschutzen der einzelnen Mitarbeiter und den Mitarbeitern selbst notwendig ist, da aufgrund der Schichtarbeit in Betrieb A nicht die jeweils gleiche Anzahl von Mundschutzen je Mitarbeiter in die Studie aufgenommen werden konnte. Zur Vereinfachung soll jedoch im Verlauf der Diskussion nicht von „Mitarbeitern, deren Mundschutze untersucht wurden“ die Rede sein, sondern nur von „Mitarbeitern“ (entsprechend der Abschnitte Material und Methoden und Ergebnisse).

Bei der statistischen Auswertung war von Bedeutung, die Werte der einzelnen Mitarbeiter miteinander vergleichbar zu machen. Aufgrund der Schichtarbeit in Betrieb A konnte nicht die jeweils gleiche Anzahl von Mundschutzen je Mitarbeiter in die Studie aufgenommen werden. Um die Werte der Personen aber miteinander vergleichbar zu machen, wurden die Mittelwerte der Keimzahlergebnisse der einzelnen Mitarbeiter verglichen. Zur Veranschaulichung wurden mittels des Statistik-Programms ROOT Histogramme und dreidimensionale Korrelationsdiagramme erstellt (BRUN und RADEMAKERS, 1997). Letztere stellten die Korrelationen zwischen jeweils zwei Bakteriengruppen im Verhältnis zur Anzahl der Personen dar. Um die Werte besser erkennbar zu machen, wurden die logarithmierten Keimzahlen bei beiden Diagrammtypen in „Bins“ oder Intervalle unterteilt. Jedes Bin enthielt dabei die Keimzahlwerte in einem Intervall von 0,5 lg KbE (WAND, 1995; LANG, 2004).

#### **1.1 Prävalenz der Staphylokokken in Mundschutz und Nasenflora**

In der vorliegenden Arbeit wurde am Betrieb A eine Prävalenz von 43 % koagulase-positiver Staphylokokken festgestellt, am Betrieb B lag diese bei 64 %. Die Studien zur Mund-Nasen-Rachen-Flora des Menschen sind reichhaltig, wobei die Ergebnisse dieser Studien meist durch direkte Abstriche mittels Tupfer aus der Nase ermittelt wurden (BRIDGES-WEBB, 1971; DRUSKO und SERRAO, 1980; POLLEDO et al., 1985; HATAKKA et al., 2000; NN, 2001). Im Gegensatz hierzu findet sich in der aus

den Mundschutzen isolierten Bakterienflora eine Mischung aus Nasenflora, Rachenflora und Bakterien die sich auf der Haut des Trägers befanden. Daher können diese Literaturangaben nur bedingt zur Beurteilung der vorliegenden Ergebnisse herangezogen werden. DRUSKO und SERRAO (1980) berichten von einer Prävalenz von 9,4 % bei Flugpersonal, bei HATAKKA et al. (2000) waren 29 % der Proben aus den Nasenhöhlen von Mitarbeiter der Fluggastverpflegung *Staphylococcus aureus*-positiv. POLLEDO et al (1985) fand eine Prävalenz von 27 % hinsichtlich der koagulase-positiven Staphylokokken bei Personen, die in der Lebensmittelgewinnung, -be- und -verarbeitung tätig sind. GALLUS et al. (1969) untersuchte Patienten und Personal eines Krankenhauses in Melbourne, Australien. Hier waren 25 % beziehungsweise 27 % der untersuchten Personen *Staphylococcus-aureus*-positiv. Bei SANJEEV et al. (1987) trugen 51 % der Personen *Staphylococcus-aureus* auf ihren Handflächen.

Bei der Ermittlung der Keimzahlen der koagulase-positiven Staphylokokken in den hier untersuchten Mundschutzen der Mitarbeiter der Betriebe A und B wird deutlich, wie die Ergebnisse beider Betriebe voneinander abweichen. Manche Mitarbeiter von Betrieb A hatten hohe Staphylokokken-Zahlen über 5,5 lg KbE , sehr wenige hatten niedrigere Werte (d.h. unter 5,5 lg KbE) oder waren intermittierende Staphylokokken-Träger. Ein großer Teil der Personen (57 %) war Staphylokokken-negativ (siehe Tabelle 15 und Tabellen 17 bis 29 im Anhang).

Im Gegensatz dazu waren am Betrieb B im Verhältnis mehr Mitarbeiter Staphylokokken-positiv (64 %). Die einzelnen Ergebnisse zeigten aber keine Spitzen wie am Betrieb A. Alle Resultate der Mundschutze am Betrieb B bewegten sich im Bereich des Durchschnitts. In der Literatur finden sich ebenfalls unterschiedliche Prävalenzangaben (BRIDGES-WEBB et al., 1971; POLLEDO et al., 1985; HATAKKA et al., 2000). Denkbar ist, dass die Keimzahlen sehr individuell verteilt und vom Trageverhalten jedes einzelnen Mitarbeiters abhängig sind.



## 1.2 Betrachtung einzelner Mitarbeiter

Bei Betrieb A fiel auf, dass bei manchen Mitarbeitern konstant hohe Werte (z. B. Mitarbeiter „Standardisierung 2“), bei anderen gar keine Staphylokokken (z. B. Mitarbeiter „Portionierer 2“) und bei wieder anderen (z. B. Mitarbeiter „Portionsübergabe 3“) nur manchmal Staphylokokken nachweisbar waren. Dies entspricht der in der Literatur beschriebenen Einteilung des Staphylokokken-Trägertums in „persistente“ Träger, „Nichtträger“ und „intermittierende“ Träger (KLUYTMANS et al, 1997; HÖFFLER und BURKHARDT, 2002). Am Betrieb A waren alle diese drei Formen zu beobachten.

## 1.3 Einflussfaktoren im Hinblick auf die Ergebnisse

Ein möglicher Einflussfaktor auf den Staphylokokken-Gehalt im Mundschutz ist das Geschlecht. Bei der Untersuchung der Mundschutze am Betrieb A war die Prävalenz der koagulase-positiven Staphylokokken bei weiblichen Mitarbeitern etwas niedriger als bei männlichen Mitarbeitern (22 % gegenüber 28 %). Am Betrieb B waren alle weiblichen Mitarbeiter (n = 5) Staphylokokken-negativ, während bei den Männern 26 % (n = 12) Staphylokokken-Träger waren. Der größte Anteil der untersuchten Mundschutze beider Betriebe wurde jedoch von männlichen Mitarbeitern gestellt (n = 81), sodass eine statistisch abgesicherte Beurteilung der Mundschutze der weiblichen Mitarbeiter (n = 14) auf Grund der geringen Zahlen schwierig ist. In der Literatur findet man hierzu divergierende Angaben. Manche Autoren isolierten öfter Staphylokokken bei Männern als bei Frauen (POLLEDO et al., 1985; AUSTIN et al., 2003). Bei einer Untersuchung von HARRISON et al. (1999) waren männliche und weibliche Kinder zu gleichen Teilen Staphylokokken-positiv, allerdings wiesen Staphylokokken-positive Jungen insgesamt höhere Staphylokokken-Keimzahlen auf. In einer Untersuchung des Center of Disease Control and Prevention, USA, waren 5,9 % der Frauen Staphylokokken-positiv gegenüber 2,5% der Männer (NN, 2001). In der vorliegenden Arbeit konnte tendenziell ein häufigeres Vorkommen von Staphylokokken bei Männern beobachtet werden.

Je nach Funktion der Mitarbeiter waren unterschiedlich hohe Keimzahlen in den Mundschutzen nachweisbar. Dies war vor allem am Betrieb A zu beobachten. Besonders die Mundschutze der Mitarbeiter, die in der Standardisierung tätig waren, präsentierten sich konstant mit hoher Gesamtkeimzahl und hohen Staphylokokken-

Zahlen (siehe Tabelle 15 und Tabellen 17 bis 29). Dieses Ergebnis ist allerdings schwierig zu werten. Es wäre denkbar, dass die Mitarbeiter in der Standardisierung innerhalb der Hackfleischproduktion an einem zugigen oder durch andere Faktoren höher kontaminierten Platz arbeiteten, oder dieser Platz einen schlechteren Zugang zu Waschmöglichkeiten oder eine schlechte Belüftung hatte.

Bei den in dieser Arbeit vorgenommenen Untersuchungen war kein Zusammenhang zwischen den ermittelten Keimzahlen in den Mundschutzen der Mitarbeiter von Betrieb A und dem Monat der Probennahme erkennbar. Manche Versuchspersonen schienen persistente Träger zu sein, bei manchen waren zu keinem Zeitpunkt der Untersuchung koagulase-positive Staphylokokken im Mundschutz nachweisbar. Bei den Personen, bei denen intermittierendes Trägertum auftrat, war kein Muster erkennbar. So konnten beispielsweise beim Mitarbeiter „Portionsübergabe 3“ an zwei Probennahmedaten im Herbst Staphylokokken im Mundschutz nachgewiesen werden, beim Mitarbeiter „Zerleger Rind 2“ wurden aber nur bei einem Untersuchungsdurchgang Staphylokokken gefunden, nämlich im Sommer (siehe auch Tabellen 17 bis 29).

Hinsichtlich der jahreszeitlichen Schwankungen bei der Zusammensetzung der Keimflora in der Mund-Nasen-Rachen-Flora können Vergleiche aus der Literatur herangezogen werden. In einer Untersuchung von MARCHISIO et al. (2001) wurden die saisonalen Unterschiede von nasopharyngeal vorhandenen Pathogenen des Respirationstraktes (*Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* und *Moraxella catarrhalis*) bei 1580 gesunden italienischen Kindern untersucht. Dabei fiel ein Anstieg der Keimzahlen im Frühjahr und Herbst auf. Allerdings war dieser Anstieg trotz eines signifikanten Unterschiedes nur geringfügig und hatte keine klinische Relevanz. Die Schlussfolgerung aus dieser Studie war, dass der saisonale Einfluss auf die Prävalenz der Nasopharyngealflora bei gesunden Kindern vernachlässigbar ist (MARCHISIO et al., 2001). In einer weiteren Studie wurden  $\beta$ -hämolytische Streptokokken in der Rachenflora von Schulkindern aus der Region von Delhi, Indien, im Alter zwischen 5 und 15 Jahren über einen längeren Zeitraum untersucht. In dieser Untersuchung wurden ebenfalls signifikante Unterschiede bei den Keimzahlen gefunden. Diese waren in den Wintermonaten höher als in den Sommermonaten (PRAKASH und LAKSHMY, 1992).

In einer anderen Studie wurden bei der Untersuchung der saisonalen Aktivität von Propolis auf die Mikroflora keine signifikanten Unterschiede bei den Überlebensraten

von *Staphylococcus aureus* in verschiedenen Jahreszeiten festgestellt (SFORCIN et al., 2000). In der Arbeit von DRUSKO und SERRAO (1980) wiederum wurden bei 9,4 % des Personals eines international tätigen Fluggastverpflegers koagulase-positive Staphylokokken gefunden. In den europäischen Wintermonaten stieg diese Rate auf 15 %. Auch POLLEDO et al. (1980) berichtete von leichten saisonalen Unterschieden bei den Keimzahlen. Hier waren die koagulase-positiven Staphylokokken allerdings im Frühjahr leicht erhöht.

## 2 Kontamination von Hackfleisch mit Staphylokokken

Die in diese Studie eingegangenen Ergebnisse der Untersuchungen von Hackfleischproben waren Teil der am Institut und anderen Labors vorgenommenen Routine-Untersuchungen im Rahmen der Fleischhygieneverordnung Anlage 2 a. Die Keimzahlen lagen bei den Hackfleisch-Proben beider Betriebe unter den gesetzlich festgelegten Richt- und Grenzwerten. Die Mittelwerte des Hackfleisches schwankten dagegen nur zwischen 3,8 lg KbE/g (am 23.10.02) und 4,9 lg KbE/g (am 13.01.02). Das Minimum aller Hackfleisch-Einzelproben lag bei 2,9 lg KbE/g, das Maximum bei 5,23 lg KbE/g. Im Vergleich dazu überstiegen in der Untersuchung von SCHMIDT (2003) 0,94 % der Proben den Richtwert m und 0,05 % den Grenzwert M, 9,9 % der Proben waren Staphylokokken-positiv. Der Mittelwert für die Gesamtkeimzahl lag bei 4,68 lg KbE/g. Das Minimum war bei 2,70 lg KbE/g angesiedelt, das Maximum bei 7,11 lg KbE/g.

Der in der vorliegenden Arbeit untersuchte Betrieb ist somit, was den Lebensmittelhygienestatus angeht, mit den Angaben aus der Literatur durchaus vergleichbar und hinsichtlich der Staphylokokken sogar überdurchschnittlich.

## 3 Der Mundschutz

Die Kontamination der Mundschutze wird von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst. Dabei spielen vor allem die Mund-Nasen-Rachen-Flora der untersuchten Mitarbeiter und die Hautflora, vor allem auf den Händen, eine Rolle. Andere Faktoren sind ebenfalls als Bakterienquelle nicht auszuschließen.

In der Literatur ist bis auf Ausnahmen (NN, 2004 e) der Nutzen vom Mundschutz als Produktschutz weitgehend unberücksichtigt. Im Operationsumfeld hingegen wird der Zweck von Mundschutzen im Bereich von Operationssaal, auf Station in Kliniken und

in anderen medizinischen Bereichen kontrovers diskutiert (TAYLOR, 1980; ROGERS, 1981; FENNER und DASCHNER, 1992; BELKIN, 2002). Dabei wird auch in Frage gestellt, ob Staphylokokken aus der Nase überhaupt übertragen werden und nicht vielmehr Staphylokokken von der Haut, so dass das Tragen von Mundschutzen keine Verringerung des Infektionsrisikos zur Folge hat (TAYLOR, 1980; LIPP und EDWARDS, 2002). Allein in einer Broschüre des National Disease Surveillance Centre (NDSC), Irland, wird das Thema Mundschutz in der Hackfleischproduktion kurz erwähnt. Hier wird Bezug auf die rechtliche Vorgaben der Hackfleischrichtlinie (Richtlinie der EG 94/65) genommen und auf die Pflicht zum Tragen von Mundschutzen in der Hackfleischproduktion hingewiesen. Gleichzeitig wird aber die kontroverse Diskussion im chirurgischen Bereich erwähnt. Es werden jedoch keine den geltenden rechtlichen Vorgaben widersprechenden Empfehlungen ausgesprochen (NN, 2004 e).

Material und Struktur des Mundschutzes sind von großer Bedeutung für die Minimierung der Übertragung von Krankheitserregern im Operationsumfeld. In früheren Zeiten fanden Gazemasken und Gesichtsmasken aus dicht gewebten Stoffen Verwendung (MUXFELDT, 1968). Dass sich in heutigen Zeiten vollständig die Einwegprodukte gegenüber den Mehrwegmaterialien durchgesetzt haben, liegt vor allem an den Vorteilen im Zusammenhang mit der Hygiene: Einwegprodukte müssen nicht aufwändig sterilisiert werden und tragen nach dem Sterilisieren auch nicht das Risiko einer unvollständigen Entfernung pathogener Keime (NAGAI et al., 1986). Die heutigen Mundschutze sind in aller Regel zum Einmalgebrauch vorgesehen. Sie bestehen aus Papier oder synthetischen Materialien. Der Papiermundschutz ist wegen seiner eingeschränkten Passform und seiner geringen Filterfähigkeit im feuchten Zustand dem synthetischen Mundschutz unterlegen (ROGERS, 1980). Wie auch in der vorliegenden Studie durch die während der laufenden Untersuchung vorgenommene Umstellung von Papier auf Synthetikmundschutze bestätigt wurde, erweisen sich letztere als angenehmer, anpassungsfähiger und hinsichtlich der Filterwirkung effektiver. Allerdings muss bemerkt werden, dass die in der Literatur erwähnten Mundschutze mit mehreren Lagen von Filtermaterial ausgestattet sind, während im hier betrachteten Falle die Mundschutze aus jeweils einschichtigen Materialien, sowohl aus Papier, als auch aus synthetischem Schaumstoff, gefertigt sind.

Die Eigenschaften der Materialien können aber auch beim einschichtigen Mundschutz von Bedeutung sein. So wird in der vorliegenden Arbeit deutlich, dass die

Schaumstoffmundschutze vom Tragekomfort deutlich angenehmer sind und deswegen beim Personal eine breitere Akzeptanz genießen als die Papiermundschutze, welche wesentlich mehr kratzen und so bei längerem Tragen unangenehm werden. Diese Einschränkung beim Tragekomfort führt wiederum dazu, dass der Mundschutz häufig angefasst und zurechtgerückt wird, was nun einerseits die bakterielle Kontamination des Mundschutzes von den Händen zur Folge haben kann (siehe Mitarbeiter „Standardisierung 2“) und andererseits die Kontamination der Hände mit Staphylokokken aus dem Mund-Nasen-Bereich, die sich im Mundschutz befinden können. POLLEDO et al. (1985) beschrieben, dass Personen, welche Staphylokokken verbreiteten, häufig Staphylokokken auf der Haut und in der Nase trugen.

#### **4 Wechselseitige Beeinflussung zwischen den Mitarbeitern der Produktionslinie und dem Hackfleisch**

Vom Schlacht- und Zerlegebetrieb bis zur Hackfleischproduktion ist das Ausgangsmaterial Fleisch zahlreichen potentiellen Kontaminationsquellen ausgesetzt. Dabei stellt das Personal einen erheblichen Einflussfaktor dar (POLLEDO et al., 1985). Bakterien können durch die Luft, durch Tröpfchenübertragung aus der Atemluft sowie über Handkontakt auf Hackfleisch übertragen werden. Auch eine Kreuzkontamination ist denkbar. In jedem Fall kommt der Personalhygiene besonders in einem sensiblen Bereich wie der Hackfleischproduktion eine besondere Rolle zu. So sollten die Mundschutze in allen Teilen der für das Hackfleisch relevanten Produktionslinie, wenn möglich bereits in der Zerlegung, getragen werden. Auch das regelmäßige Waschen und Desinfizieren der Hände ist von großer Bedeutung (REYBROUCK, 1986, DASCHNER und SCHUMPELICK, 2002; NN, 2004 e).

Die Zerlegung im Betrieb A war während der laufenden Untersuchung zwischen April 2002 und Januar 2003 in eine Rindfleisch- und eine Schweinefleischlinie aufgeteilt. So war durch getrennte Räumlichkeiten bereits das Kontaminationsrisiko verringert. In der Hackfleischproduktion wurde dann je nach Bedarf entweder Schweine-, Rinder- oder gemischtes Hackfleisch hergestellt. Die Mischung erfolgte erst im Hackfleischproduktionsraum, so dass durch die vorherige Trennung die genannte Kreuzkontamination zu einem früheren Zeitpunkt innerhalb der Produktion vermieden wurde. Außerdem trugen, um eine weitere Minimierung der Kontaminationsmöglichkeiten zu erreichen, zusätzlich zu den Mitarbeitern der Hackfleischproduktion auch die Mitarbeiter der vorgelagerten Zerlegung Mundschutze. Das Hygiene-

management am Betrieb A kann den Beobachtungen dieser Arbeit entsprechend als sehr gut bezeichnet werden. Vor allem das Tragen von Mundschutzen in der Zerlegung war an diesem Betrieb vorbildlich, da in diesem der Hackfleischherstellung vorgelagerten Prozess das Tragen von Mundschutzen keine rechtlich vorgegebene Maßnahme ist. Trotzdem erscheint dies bei den teils hohen Staphylokokken-Zahlen durchaus empfehlenswert.

## 5 Mögliche Maßnahmen gegen persistentes Trägertum von Staphylokokken

Bis auf die üblichen Hygienemaßnahmen (FIGUEIREDO, 1971; POLLEDO et al., 1985; REYBROUCK, 1986) gibt es auch die Möglichkeit, durch direkte Beeinflussung der Staphylokokken in der Nasenflora der Mitarbeiter das Kontaminationsrisiko für Lebensmittel zu verringern. Dafür gibt es verschiedene Strategien. Eine Methode ist die systemische Verabreichung von Antibiotika, eine andere die Arbeit mit bakterieller Interferenz, bei der die vorhandenen Staphylokokken durch ungefährlichere Stämme ersetzt werden sollen. Beide Strategien haben sich jedoch als ineffizient erwiesen. In erstem Fall ist mit einer schnellen Resistenzbildung zu rechnen, bei der zweiten Methode konnten verwendete apathogene Staphylokokkenstämme zu pathogenen mutieren und Infektionen auslösen (KLYUTMANS et al., 1997).

Eine weitere Möglichkeit, die im Klinikeinsatz viel versprechende Ergebnisse vorzuweisen hatte, war die Therapie mit intranasal applizierten Mupirocin, einem Antibiotikum. Dabei wurde in klinischen Studien nachgewiesen, dass durch eine fünftägige Therapie bis zu einem Jahr nach Behandlung die Prävalenz von Staphylokokken in Nasen- und Hautflora deutlich verringert war. Auch andere Studien (LAUPLAND und CONLEY, 2003; WERTHEIM et al., 2004) bestätigten die Effizienz der Mupirocin-Therapie. Allerdings waren 36 % der untersuchten Personen nach einem Jahr mit neuen *Staphylococcus-aureus*-Isolaten und 34 % mit den ursprünglichen Isolaten rekolonisiert (DOEBBELING et al., 1994; KLYUTMANS et al., 1997). Die Überlegung war, diese Therapiemaßnahme zur Senkung des Kontaminationsrisikos durch Mitarbeiter der Lebensmittelherstellung anzuwenden. Allerdings wird in der neueren Literatur bereits von bestehenden Resistenzen gegen Mupirocin berichtet (WERTHEIM et al., 2004). Damit ergibt sich, dass eine solche Maßnahme klinisch-therapeutischen Zwecken vorbehalten bleiben sollte, um die Resistenzbildung innerhalb der Bevölkerung nicht unnötig zu fördern. Prophylaktische therapeutische Maßnahmen bei Personal in der Hackfleischproduktion sind somit abzu-

lehnen, solange nicht ein direkter Zusammenhang zwischen einem bestimmten Mitarbeiter und dem Ausbruch einer staphylokokkenbedingten Lebensmittelvergiftung vorliegt (NN, 2004 e). Allerdings sollte neben allgemeinen Hygienemaßnahmen eine Therapie auch dann erwogen werden, wenn mittels DNA-Fingerprinting bestimmte Staphylokokken-Isolate regelmäßig sowohl im Mundschutz eines Mitarbeiters als auch in Hackfleischproben nachgewiesen werden.

## 6 Schlussfolgerung

In der vorliegenden Arbeit war kein Einfluss des Keimgehaltes der Mundschutze auf die Keimzahlbefunde im Hackfleisch zu erkennen, was für den Nutzen von Mundschutzen in der Hackfleischproduktion spricht.

Die Belastung des Hackfleisches wird also, nach den vorgenommenen Untersuchungen zu urteilen, durch die Verwendung von einfachen Mundschutzen verringert. Somit ist in der Hackfleischproduktion die Verwendung von Mundschutzen als sinnvolle Maßnahme zur Verringerung des Kontaminationsrisikos anzusehen. Für den hier untersuchten Zweck sind keine massiveren, teureren oder unbequemerer Mundschutztypen für den Produktschutz notwendig. Aus den Untersuchungen ergab sich eine Tendenz, dass die Mundschutze weiblicher Mitarbeiter eine geringere Keimdichte aufwiesen als die männlicher Mitarbeiter.

Therapeutische Maßnahmen bei einzelnen Mitarbeitern sind wegen der Konsequenzen hinsichtlich Resistenzbildungen grundsätzlich abzulehnen, zumindest wenn ein gutes Hygienemanagement gewährleistet ist und kein direkter Zusammenhang zwischen einem bestimmten Mitarbeiter und dem Ausbruch einer staphylokokkenbedingten Lebensmittelvergiftung vorliegt. Falls bestimmte Staphylokokken-Isolate regelmäßig sowohl im Mundschutz eines Mitarbeiters als auch in Hackfleischproben nachgewiesen werden, sollte dem betreffenden Mitarbeiter neben allgemeinen Hygienemaßnahmen eine entsprechende Therapie empfohlen werden.

.

## F ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wurden Mundschutzproben von zwei EU-zugelassenen Schlacht- und Fleischverarbeitungsbetrieben in Süddeutschland mikrobiologisch analysiert. Bei Betrieb A handelte es sich um insgesamt 110 Proben von 44 Mitarbeitern. Diese Untersuchung fand im Zeitraum von April 2002 bis Januar 2003 statt. Zum Vergleich erfolgte eine einmalige Untersuchung der Proben von 51 Mitarbeitern des Betriebes B. Bei beiden Betrieben wurden die Bakterienflora und vor allem der Gehalt an koagulase-positiven Staphylokokken in den Mundschutzen überprüft. In den hier untersuchten Hackfleischproduktionsbetrieben war es Praxis, dass das Tragen von Mundschutzen bei allen beteiligten Mitarbeitern, auch in der Zerlegung, obligatorisch war. Beim Betrieb A waren die Mundschutzproben von 43 % aller Mitarbeiter der Hackfleischproduktion *Staphylococcus-aureus*-positiv, beim Vergleichsbetrieb waren es 64 % der Mitarbeiter. Allerdings war die Streuung der Keimzahlergebnisse, insbesondere bei den Staphylokokken, beim Betrieb A höher als beim Betrieb B. Auch traten am Betrieb A insgesamt höhere Keimzahlergebnisse einzelner Mundschutze auf. In der Studie wurden Zusammenhänge zwischen Gesamtkeimzahl beziehungsweise koagulase-positiven Staphylokokken und der Funktion respektive des Geschlechts des Mitarbeiters festgestellt. Hingegen bestand keine Abhängigkeit der Keimzahlergebnisse von saisonalen Einflüssen.

Trotz auffallend hoher Keimzahlergebnisse bei den Mundschutzen einzelner Mitarbeiter waren keine negativen Einflüsse auf die Keimzahlergebnisse der Hackfleischproben erkennbar, was den Einsatz von Mundschutzen in der Hackfleischproduktion als einen einfachen Weg zur Vermeidung von Kontaminationen erscheinen lässt. Falls ein gutes Hygienemanagement in der Fleischzerlegung oder der Hackfleischherstellung nicht zu gewährleisten ist oder einzelne Staphylokokken-Isolate sowohl in den Mundschutzen bestimmter Mitarbeiter als auch im Hackfleisch nachgewiesen werden, kann eine entsprechende intranasale Mupirocin-Therapie bei dem betreffenden Mitarbeiter erwogen werden. Ein unkritischer Antibiotika-Einsatz ist aber wegen der Konsequenzen möglicher Resistenzbildungen abzulehnen.



## **G SUMMARY**

### **Staphylococci in the facemasks of workers in mince-meat-production by the example of two southern German meat factories**

In this study a microbiological survey was made about facemasks taken from two EU-accredited meat processing factories in southern Germany. In factory A 110 masks from 44 meat workers were examined. This examination took place between April 2002 and January 2003. For comparison 51 masks of one day of production were taken in factory B. For both factories a survey was made of the bacterial flora, particularly regarding the coagulase-positive staphylococci which were contained in facemasks used during the processing of mince meat. The masks which went into the examination were compulsively used by all the staff of the mince-meat-production including dissection. At factory A 43% of the persons belonging to the mince meat processing, whose masks were examined were carriers of coagulase-positive staphylococci, compared to 64% at factory B. But the statistical spread of results, especially for coagulase-positive staphylococci, was significantly higher at factory A than at factory B. The results of the facemask of certain workers at this factory were also comparatively higher. There were also detectable interrelations between the total plate count and coagulase-positive staphylococci and the function and gender of the meat workers. Meanwhile there were no detectable interrelations between bacterial counts and possible seasonal influences.

Despite of remarkably high results found in the facemasks of separate meat workers no negative influences on the microbial quality of the mince meat could be observed, which makes the wearing of facemasks in mince meat production appear to be a simple way of avoiding contamination. If it is not possible to provide a good hygienic management or if separate staphylococcal isolates occur in the facemasks of certain meat workers as well as in the corresponding mince meat, an intranasal treatment with mupirocin could be considered for these persons. An noncritical application of antibiotics is not recommended due to the risk of creating resistances.

## H LITERATURVERZEICHNIS

ALI-VEHMAS, T., VIKERPUUR, M., PYORALA, S. und ATROSHI, F. (2001)  
Characterisation of hemolytic activity of *Staphylococcus aureus* strains isolated from bovine milk  
Microbiological Research, 2001, **155**, 339-344

APFALTER, P. (2003)  
MRSA/MRSE- VISA/GISA/VRSA-PRP-VRE: Aktuelle gram-positive Problemkeime und ihre Resistenzmechanismen, Prävalenz und klinische Konsequenz  
Wiener Medizinische Wochenschrift, **153**, 144-147

AUSTIN, T.W., AUSTIN, M.A., MC ALEAR, D.E., COLEMAN, B.T., OSOBA, A.O., THAQAFI, A.O. und LAMFON, M.A. (2003)  
MRSA prevalence in a teaching hospital in Western Saudi Arabia  
Saudi Medical Journal, **24**, 1313-16

BAUMGART, J. (2001)  
Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln  
Lose Blattsammlung, 17. Ersatzlieferung  
Behrs Verlag, Hamburg

BACHERT, C, GEVAERT, P. und VAN CAUWENBERGE, P. (2002)  
*Staphylococcus aureus* enterotoxins: a key to airway disease?  
Allergy , 57, 480-487

BAIRD-PARKER, A.C. (1990)  
The staphylococci: an introduction  
Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement, 1S-8S

BARRETT, J.F. (2005)  
MRSA- what is it, and how do we deal with the problem?  
Expert Opinion on Therapeutic Targets, **9**, 253-65

BECKER, H. (1998 a)

Nachweis pathogener Keime: Nachweis von *Escherichia coli*

Behr's Seminare am 29. bis 30. April 1998 , München

BECKER, H. (1998 b)

Nachweis pathogener Keime: Nachweis von Salmonellen

Behr's Seminare am 29. bis 30. April 1998 , München

BELKIN, N.L. (2002)

Surgical face masks in the operating theatre: are they necessary?

Journal of Hospital Infection, **50**, 233-239

BENNETT und BERRY (1987)

Serological reactivity and in vivo toxicity of *Staphylococcus aureus* enterotoxin A and D in selected canned foods

Journal of Food Science, **52**, 416-418

BERGDOLL, M.S. (1990)

Analytical methods for *Staphylococcus aureus*

International Journal of Food Microbiology, **10**, 91-100

BERGDOLL, M.S. (1991)

Toxic Shock Syndrome

1. Auflage, Verlag CRC Press, Boca Raton (USA), 12-14

BERGDOLL, M.S. (1995)

Importance of staphylococci that produce nanogram quantities of enterotoxin

Zentralblatt Bakteriologie, **282**, 1-6

BERGEY, D.H. und HOLT, J.G. (1986)

Bergey's Manual of Systematic Bacteriology

Verlag Williams &Wilkins, **2**, 1003 und 1013-1034

BERGEY, D.H. und BOONE, D.R. (2001)

Bergey's Manual of Systematic Bacteriology

The Archaea and the deeply branching and phototrophic bacteria

2. Auflage, Springer Verlag, **1**, 163

BRIDGES-WEBB, C., GULASEKHARAM, J. und GRAYDON, J.J. (1971)

A bacteriological study of the upper respiratory tract in normal families

The Medical Journal of Australia, **15**, 735-38

BRUN, R. und RADEMAKERS, F. (1997)

ROOT-An object oriented data analysis framework

Nuclear Instruments and Methods in Physicist Research, **A 389**, 81-86

<http://root.cern.ch/>

CABRAL, K.G., LÄMMLER, C.H., ZSCHÖCK, M., LANGONI, H., DE SA, M.E.P. und VICTORIA, C.

Phäno- und Genotypisierung von *Staphylococcus aureus*, isoliert von Rindermastitiden aus dem Bundesstaat Sao Paulo, Brasilien

43. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“

Garmisch-Partenkirchen der DVG, 24. bis 27. September 2002, Teil I, 382-387

COWDEN, J.M., WALL, P.G., ADAK, G., EVANS, H., LE BAIGUE, S. und ROSS, D. (1995)

Outbreaks of foodborne infectious intestinal disease in England and Wales:

1992 and 1993

Communicable Disease Record, **5**, R109-R117

DASCHNER, F. und SCHUMPELICK, V. (2002)

MRSA als Herausforderung an die klinische Organisation

Der Chirurg, **73**, 924-29

DINGES, M.M., ORWIN, P.M. und SCHLIEVERT, P.M. (2000)

Exotoxins of *Staphylococcus aureus*

Clinical Microbiology Reviews, **13**, 16-34

DOEBBELING, B.N., REAGAN, D.R., PFALLER, M.A., HOUSTON, A.K., HOLLIS, R.J. und WENZEL, R.P. (1994)

Long-term efficacy of intranasal mupirocin ointment. A prospective cohort study of *Staphylococcus aureus* carriage

Archiv of Internal medicine, **154**, 1505-08

DUDEN (2004)

Die deutsche Rechtschreibung

23. Auflage, Dudenverlag,

DRUSKO, G.M. und SERRAO, E. (1980)

Healthy carriage of positive staphylococcal coagulase and the prevention of food poisoning in aircraft catering

Minerva Medicina, Juli, **71**, 1991-1995

EHIRI, J.E., AZUBUIKE, M.C., UBBAONU, C.N., ANYANWU, E.C., IBE, K.M. und OGBONNA, M.O. (2001)

Critical control points of complementary food preparation and handling in eastern Nigeria

Bulletin of the World Health Organisation, **79**, 423-433

ENGEL, D. (1998)

Teaching HACCP- theory and practise from the trainer's point of view

Food Control, **9**, 137-139

FENNER, T. und DASCHNER, F. (1992)

Schutzkittel und Mundschutz in der Kinderklinik: Sinnvoll oder Ritual?

Monatsschrift Kinderheilkunde, **140**, 194-198

FIGUEIREDO, M.P. (1971)

Staphylococci control and the food processor

Journal of American Dietetic Association, Februar, **58**, 109-114

FUNG, D.Y.C., STEINBERG, D.H., MILLER, R.D., KURANTNICK, M.J. und MURPHY, T.F. (1973)

Thermal inactivation of staphylococcal enterotoxin B and C  
Applied Microbiology, **26**, 938-942

GALLUS, A.S., STRATFORD, B.C. und DIXSON, S. (1969)

Alteration of superficial bacterial flora in severely ill patients: part 1  
The Medical Journal of Australia, **2**, 139-41

GENIGEORGIS, C.A. (1989)

Present state of knowledge on staphylococcal intoxication  
International Journal of Food Microbiology, **9**, 327-360

HAEGHEBAERT, S., LE QUERREC, F., VAILLANT, V., DELARCQUE ASTAGNEAU, E. und BOUVET, P. (2001)

Les toxi-infections alimentaires collective en France en 1998  
Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire, **15**  
<http://invs.sante.fr/beh/2001/15/>

HAEGHEBAERT LE QUERREC, F., GALLAY, A., BOUVET, P., GOMEZ, M. und VAILLANT, V. (2002a)

Les toxi-infections alimentaires collective en France en 1999 et 2000  
Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire, **23**, 105-110

HAEGHEBAERT LE QUERREC, F., BOUVET, P., GALLAY, A., ESPIE, E. und VAILLANT, V. (2002b)

Les toxi-infections alimentaires collective en France en 2001  
Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire, **50**, 249-254

HAHN, G. (1993)

Die Beurteilung von *E. coli* und *S. aureus* in Milch und Milchprodukten und Möglichkeiten zum Nachweis von Toxinen und toxinogenen Stämmen

34. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“

Garmisch-Partenkirchen der DVG, 28. September bis 1. Oktober 1993, Teil I, 356-364

HANSSEN, A.M., KJELDSEN, G. und ERRICSON SOLLID, J.U.. (2004)

Local variants of staphylococcal cassette chromosome *mec* in sporadic methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci: evidence of horizontal gene transfer?

Antimicrobial Agents and Chemotherapy, **48**, 285-296

HARPER (1967)

Studies on the nasal flora of people of the southern Sudan

The Medical Journal of Australia, **2**, 683-5

HARRISON, L.M., MORRIS, J.A., TELFORD, D.R., BROWN, S.M. und JONES, K. (1999)

The nasopharyngeal bacterial flora in infancy: Effects of age, gender, season, viral upper respiratory tract infection and sleeping position

FEMS (Federation of European Microbiological Societies) Immunology and Medical Microbiology, **25**, 19-28

HATAKKA, M., BJÖRKROTH, K.J., ASPLUND, K., MÄKI-PETÄYS, N. und KORKEALA, H.J. (2000)

Genotypes and enterotoxicity of *staphylococcus aureus* isolated from the hands of nasal cavities of flight-catering employees

Journal of Food Protection, **63**, 1487-1491

HÖFFLER, U. und BURKHARDT, U. (2002)

Sanierung von *Staphylococcus-aureus*-Keimträgern

Arzneiverordnung in der Praxis, **4**, 7-8

HOLMES, B. (1989)

Comparative evaluation of the Roche Cobas Ida and Enterotube-II-systems for identifying members of the family *Enterobacteriaceae*

Journal of Clinical Microbiology, Mai 1989, **27**, 1027-1030

JACKSON, M.S., BAGG, J., KENNEDY, H. und MICHIE, J. (2000)

Staphylococci in the oral flora of healthy children and those receiving treatment for malignant disease

Microbial Ecology in Health and Disease, **12**, 60-64

JONES, T.F., KELLUM, M.E., PORTER, S.S., BELL, M. und SCHAFFNER, W. (2002)

An outbreak of community-acquired foodborne illness caused by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*

Emerging Infectious Diseases, **8**, 82-84

JOSEFCZYK, Z., ROBBINS, R.N., SPITZ, J.M. und BERGDOLL, M.S. (1980)

Antibodies to staphylococcal enterotoxin in laboratory personnel

Journal of Clinical Microbiology, **11**, 438-439

KALMEIJER, M.D., COERTJENS, H., VAN NIEUWLAND-BOLLEN, P.M., BOGAERS-HOFMAN, D., DE BAIRE, G.A.J., STUURMAN A., VAN BELKUM, A. und KLUYTMANS, J.A.J.W. (2002)

Surgical site infections in orthopaedic surgery: The effect of mupirocin nasal ointment in a double-blind, randomized, placebo-controlled study

Clinical Infectious Diseases, 2002, **35**, 353-358

KAYSER, F.H., BERGER-BÄCHI, B. und BECK, W.D. (1986)

Genetics of multiply-resistant *Staphylococcus aureus*

Journal of Hospital Infection, **7** (Suppl. A.), 19-27



KLEER, J., und REICHE, TH. (2004)

Lebensmittel-Infektionen und Intoxikationen in Einrichtungen zur Gemeinschaftsverpflegung 1985-2002

45. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“

Garmisch-Partenkirchen der DVG, 28. September bis 1. Oktober 2004, 333-338

KLEIN, G. und LOUWERS, J. (1994)

Mikrobielle Qualität von frischem und gelagertem Hackfleisch aus industrieller Herstellung

Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift, **107**, 361-367

KLEIN, G. und LOUWERS, J. (1994 a)

Keimstatus von industriell hergestelltem Hackfleisch

35. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“

Garmisch-Partenkirchen der DVG, 27 bis 30. September 1994, Teil I, 75-83

KLYUTMANS, J., VAN BELKUM, A. und VERBRUGH, H. (1997)

Nasal carriage of *Staphylococcus aureus*: Epidemiology, underlying mechanisms, and associated risks

Clinical Microbiology Reviews, **10**, 505-520

KÖPKE, U. (2002)

Zusammensetzung der psychrotrophen Hackfleischmikroflora „industrieller“ Herstellung mit mikroökologischer und hygienischer Bewertung ihrer Hauptkomponenten

Veterinärmedizinische Dissertation, FU Berlin, <http://www.diss.fu-berlin.de/2002/242/>

KUSCH, D. (1968)

Selektivzüchtung von koagulase-positiven Staphylokokken aus Hackfleisch

Veterinärmedizinische Dissertation, Berlin

LANG, S. (2004)

Institut für Statistik der Ludwig-Maximilian-Universität, München

Skript zur Vorlesung Computerintensive Verfahren in der Statistik

[http://www.statistik.lmu.de~lang/publications/lecturenotes/campstat\\_aktuell.pdf](http://www.statistik.lmu.de~lang/publications/lecturenotes/campstat_aktuell.pdf)

LAUPLAND, K.P. und CONLY, J.M. (2003)

Treatment of the *Staphylococcus aureus* colonisation and prophylaxis for infection with topical intranasal Mupirocin: An evidence-based review

Clinical Infectious Diseases, **37**, 933-38

LEE , J.H. (2003)

Methicillin (Oxacillin-)resistant *Staphylococcus aureus* strains isolates from major food animals and their potential transmission to humans

Applied and Environmental Microbiology, **69**, 6489-6494

LEEDOM, J.M., KENNEDY, R.P., LEPPER, M.H., JACKSON, G.G. und DOWLING, H.F. (1965)

Observations of the staphylococcal nasal carrier state

Annals of the New York Academy of Sciences, **128**, 381-403

LE LOIR, Y., BARON, F. und GAUTIER, M. (2003)

*Staphylococcus aureus* and food poisoning

Genetics and Molecular Research, **2**, 63-76

LIPP, A. und EDWARDS, P. (2002)

Disposable surgical face masks for preventing surgical wound infection in clean surgery

Cochrane Database of Systematic Reviews, 1, CD002929

LÖW, K. (2001)

Umsetzung eines HACCP-Konzeptes zur Beherrschung mikrobiologischer Hazards bei der Bratwurstherstellung

Veterinärmedizinische Dissertation, München

- LUIJENDIJK, A., VAN BELKUM, A., VERBRUGH, H. und KLUYTMANS, J.(1996)  
Comparison of five tests for identification of *Staphylococcus aureus* from clinical samples  
Journal of Clinical Microbiology, , **34**, 2267-2269
- MARCHISIO, P. GIRONI, S., ESPOSITO, S., SCHITO, G.C., MANNELLI, S. und PRINCIPI, N. (2001)  
Seasonal variations in nasopharyngeal carriage of respiratory pathogens in healthy Italian children attending day-care-centres or schools  
Journal of Medical Microbiology, **50**, 1095-1099
- MC DONALD, C.L. und CHAPIN, K. (1995)  
Rapid identification of *Staphylococcus aureus* from blood culture bottles by a classic 2-hour tube coagulase test  
Journal of Clinical Microbiology, , **33**, 50-52
- MINOR, T.E. und MARTH, E.H. (1976)  
Staphylococci and their significance in foods  
Elsevier-Verlag, New York,
- MIYAKE, Y., IWAI, T., SUGAI, M., MIURA, K., SUGINATA, H. und NAGASAKA, N. (1991)  
Incidence and characterization of *Staphylococcus aureus* from the tongue of children  
Journal of Dental Research, **70**, 1045-1047
- MOSSEL, D.A.A. (1962)  
Attempt in classification of catalase-positive staphylococci and micrococci  
62<sup>nd</sup> Annual Meeting of the American Society for Microbiology, Kansas City, 7.5.1962
- MUXFELDT, H. (1968)  
Der Mundschutz im Operationssaal  
Der Krankenpfleger, Agnes-Karll-Schwestern, **22**, 256

NAGAI, I., KADOTA, M., TAKECHI, M., KUMAMOTO, R. NAKANO, S. und  
JITSUKAWA, S. (1986)

Studies on the bacterial permeability of non-woven fabrics and cotton fabrics  
Journal of Hospital Infection, **7**, 261-268

NN (1997 a)

Atemschutz- gewußt wie!

Informationsblatt der Firma Hele GmbH, Heilsbronn

NN (1997 b)

ROBERT KOCH-INSTITUT (RKI)

Lebensmittelvergiftung durch enterotoxinbildende *Staphylococcus aureus* in  
Schwarzwälder Schinken

Epidemiologisches Bulletin, 1997, **10**, 65-66

NN (1999 a)

ROBERT KOCH-INSTITUT (RKI)

Zur Lebensmittelintoxikation durch *Staphylococcus aureus*

Epidemiologisches Bulletin, 1999, **14**, 91-92

NN (1999 b)

World Health Organisation (WHO)

7. Report of WHO Surveillance Programme for Control of Foodborne Infections and  
Intoxications in Europe, 1993-1998

Homepage des Bundes für Risikobewertung (BfR, ehemals BgVV)

<http://www.bfr.bund.de/cd/2351>

NN (2000 a)

ROBERT KOCH-INSTITUT (RKI)

Lebensmittelvergiftung durch toxinbildende Staphylokokken

Epidemiologisches Bulletin, 2000, **31**, 247-49

NN (2000 b)

Robert Koch-Institut (RKI)

Erkrankungen durch *Staphylococcus aureus* unter besonderer Berücksichtigung der MRSA

<http://www.rki.de/INFEKT/RATGEBER/RAT12.HTM>

NN (2001)

Center of Disease Control (CDC)

Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* skin or soft tissue infections in a state prison - Mississippi, 2000

Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR), **50**, 912-922

NN (2001 a)

World Health Organisation (WHO)

8. Report of WHO Surveillance Programme for Control of Foodborne Infections and Intoxications in Europe, 1999-2000

Homepage des Bundes für Risikobewertung (BfR, ehemals BgVV)

<http://www.bfr.bund.de/cd/2352>

NN (2001 b)

Robert Koch-Institut (RKI)

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2001

[http://www.rki.de/cln\\_006/nn\\_225668/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuch\\_\\_2001.html\\_\\_nnn=true](http://www.rki.de/cln_006/nn_225668/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuch__2001.html__nnn=true)

NN (2002)

Robert Koch-Institut (RKI)

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2002

[http://www.rki.de/cln\\_006/nn\\_225668/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuch\\_\\_2002.html\\_\\_nnn=true](http://www.rki.de/cln_006/nn_225668/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuch__2002.html__nnn=true)

NN (2002 b)

Firma Hele

Persönliche Mitteilung durch Herrn Fischer, Firma Hele

NN (2003)

ROBERT KOCH-INSTITUT (RKI)

Staphylokokken-Erkrankungen insbesondere durch MRSA

RKI-Ratgeber Infektionskrankheiten- Merkblatt für Ärzte

[http://www.rki.de/cln\\_006/nn\\_225576/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber\\_Mbl\\_Staphylokokken.html](http://www.rki.de/cln_006/nn_225576/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber_Mbl_Staphylokokken.html)

NN (2003 a)

Robert Koch-Institut (RKI)

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2003

[http://www.rki.de/cln\\_006/nn\\_225668/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuch\\_\\_2003.html\\_\\_nnn=true](http://www.rki.de/cln_006/nn_225668/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuch__2003.html__nnn=true)

NN (2004 a)

Der Spiegel

Wann ist Sterbenszeit?

Ausgabe **37**, 168

NN (2004 b)

Verein Deutscher Ingenieure (VDI)

Teil II: Anwendung der CE-Richtlinien prüfen, 00 Grundlegendes, Allgemeines zur Anwendungsprüfung

[http://www.vdi-nachrichten.com/ce-richtlinien/navigator/umsetzung\\_teil.asp](http://www.vdi-nachrichten.com/ce-richtlinien/navigator/umsetzung_teil.asp)

NN (2004 c)

Robert Koch-Institut (RKI)

Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2004

[http://www.rki.de/cln\\_006/nn\\_225668/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuch\\_\\_2004.html\\_\\_nnn=true](http://www.rki.de/cln_006/nn_225668/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahrbuch__2004.html__nnn=true)

NN (2004 d)

Center of Disease Control and Prevention (CDC), USA

U.S. Foodborne Disease outbreaks, Annual listing, 1990-2003

[http://www.cdc.gov/foodborneoutbreaks/us\\_outb.htm](http://www.cdc.gov/foodborneoutbreaks/us_outb.htm)

NN (2004 e)

National Disease Surveillance Centre (NDSC), Republik Irland

Preventing foodborne disease: A focus on the infected food handler

Report of the Food Handlers with Potentially Foodborne Diseases Subcommittee of the NDSC's Scientific Advisory Committee, April 2004

NN (2005)

Robert Koch-Institut (RKI)

Persönliche Mitteilung von Frau Dr. Brolke, Nationales Referenzzentrum für Staphylokokken, Wernigerode

NOLETO, A.L.S., MALBURG, L.M. und BERGDOLL, M.S. (1987)

Production of staphylococcal enterotoxin in mixed cultures

Journal of Applied and Environmental Microbiology, **53**, S.2271-2274

PEACOCK, S.J., de SILVA, I. und LOWY, F.D. (2001)

What determines nasal carriage of *Staphylococcus aureus*?

Trends in Microbiology, **9**, 605-610

PEREIRA, M.L., do CARMO, L.S., SOUKI, M.Q., dos SANTOS, E.J., de CARVALHO, M.A.R. und BERGDOLL, M.S. (1999)

Staphylococci from dental personnel

Brazilian Dentists Journal, **10**, 39-45

PERL, T.M., CULLEN, J.J., WENZEL, R.P., ZIMMERMAN, M.B., PFALLER, M.A., SHEPPARD, D., TWOMBLY, J., FRENCH, P.P. und HERWALDT, L.A., (2002)

Intranasal Mupirocin to prevent postoperative *Staphylococcus aureus* infections

New England Journal of Medicine, **346**, 1871-1877

PRAKASH, K. und LAKSHMY, A. (1992)

Streptococcal throat carriage in school children with special reference to seasonal incidence

Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health, Dezember, **23**, 705-710

PRÄNDL, O., FISCHER, A., SCHMIDHOFER, T. und SINELL, H.-J. (1988)  
Fleisch; Technologie und Hygiene der Gewinnung und Verarbeitung; Handbuch der  
Lebensmitteltechnologie; 234-371; Ulmer Verlag

POLLEDO, J.J.F., GARCIA, M.L. , MORENO, B. und MENES., I. (1985)  
Importance of food handlers as a source of enterotoxigenic staphylococci;  
Zentralblatt für Bakteriologie und Hygiene; I. Abt., B **181**, 364-373

RANSJÖ, U. (1986)  
Masks: A ward investigation and review of the literature  
Journal of Hospital Infection, **7**, 289-294

REYBROUCK, G. (1986)  
Hand washing and hand disinfection  
Journal of Hospital Infection, **8**, 5-23

ROGERS, K.B. (1980)  
An investigation into the efficiency of disposable face masks  
Journal of Clinical Pathology, **33**, 1086-1091

ROGERS, K.B. (1981)  
Face Masks: Which, when, where and why?  
Journal of Hospital Infection, **2**, 1-4

ROLLE, M. und MAYR, A. (2002)  
Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre, 7.Auflage,  
Verlag Enke Stuttgart

ROSDAHL, V.T., ESPERSEN, F., FRIMODT-MOLLER, N. und SKINHO, J.  
Changing *Staphylococcus aureus* Epidemiology; 30 Years Experience  
7<sup>th</sup> International Symposium 1992, 29. Juni bis 3. Juli 1992  
Zentralblatt Bakteriologie, Suppl.26



SANJEEV, S., GOPALAKRISHNA IYER, T.S., VARMA, P.R.G.,  
PANDARUNGA RAO, P.P. und MAHADEVA IYER, K. (1987)  
Carriage of enterotoxigenic staphylococci in workers of fish processing factories  
Indian Journal of Medical Research, **85**, 262-265

SCHALCH, B. und EISGRUBER, H. (1995)  
Praktische Erfahrungen mit den mikrobiologischen Anforderungen der EG-  
Hackfleischrichtlinie  
36. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“  
Garmisch-Partenkirchen der DVG, 26. bis 29. September 1995, Teil I, 228-233

SCHALCH, B., EISGRUBER, H. und STOLLE, A. (1996)  
Praktische Erfahrungen mit den mikrobiologischen Anforderungen der EG-  
Hackfleischrichtlinie  
Fleischwirtschaft, **9**, 883-885

SCHMIDT, G.J. (2003)  
Die mikrobiologische Beschaffenheit von industriell hergestelltem Rinderhackfleisch  
in den Jahren 1993 bis 2000 unter Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren  
Ökotoxikologische Dissertation, vom Departement für Lebensmittel und Ernährung  
der Technischen Universität Weihenstephan

SFORCIN, J.M., FERNANDES, A. jr., LOPES, C.A., BANKOVA, V. und FUNARI, S.R.  
(2000)  
Seasonal effect on Brazilian propolis antibacterial activity  
Journal of Ethnopharmacology, November, **73**, 243-249

SHIVANANDA, P.G. VIKINESWARY, S. und ACHYUTHA RAO, K.N. (1978)  
Role of Human Hair in an Outbreak of Hospital Infection  
Indian Journal of Microbiology **18**, 215

DA SILVA, W.P., DESTRO, M.T., LANDGRAF, M. und FRANCO, B.D.G.M. (2000)  
Biochemical characteristics of typical and atypical *Staphylococcus aureus* in mastitic milk and environmental samples of Brazilian dairy farms  
Brazilian Journal of Microbiology, **31**, 103-106

SMITH, A.J., JACKSON, M.S. und BAGG, J. (2001)  
The ecology of *Staphylococcus aureus* species in the oral cavity  
Journal of Medical Microbiology, **50**, 940-946

SMYTH, C.J., SMYTH, D.S., KENNEDY, J., TWOHIG, J. und BOLTON, D. (2004)  
*Staphylococcus aureus*: from man or animal- an enterotoxin iceberg?  
Food Pathogen Epidemiology: Microbes, Maladies and Methods  
Proceedings of an international EU-RAIN conference hosted by the Istituto  
Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, Padua, Italien, 2. bis 3. Dezember 2004  
Teil II, 85-103

STEFANI, S. und VARALDO, P.E. (2003)  
Epidemiology of methicillin-resistant staphylococci in Europe  
Clinical Microbiology and Infection, **9**, 1179-1186

STEPHAN, R. (1996)  
Besondere Probleme bei der Diagnostik von *S. aureus* aus Fleischerzeugnissen mit mikrobieller Reifung  
37. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“  
Garmisch-Partenkirchen der DVG, 30. September bis 2. Oktober 1997,  
Teil II, 213-217

TAYLOR, L. (1980)  
Are facemasks necessary in operation theatres and wards? If so, what type do you recommend?  
Journal of Hospital Infection, **1**, 173-175

UDO, E.E., AL-BUSTAN, M.A., JAKOB, L.E. und CHUGH, T.D. (1999)

Enterotoxin production by coagulase-negative staphylococci in restaurant workers from Kuwait City may be a potential cause of food poisoning

Journal of Medical Microbiology, September, **48**, 819-23

UNTERMANN, F. (1998)

Microbial Hazards in food

Food Control, **9**, 119-126

UTTLEY, L., VARDHAN, A., MHAJAN, S., SMART, B., HUTCHINSON, A. und GOKAL, R. (2004)

Decrease in infections with the introduction of Mupirocin cream at the peritoneal dialysis catheter exit site

Journal of Nephrology, **17**, 242-245

VERNOZY-ROZAND, C., MAZUY, C., PREVOST, G., LAPEYRE, C., BES, M., BRUN, Y. und FLEURETTE, J. (1996)

Enterotoxin production by coagulase-negative staphylococci isolated from goats milk and cheese

International Journal of Food Microbiology, **30**, 271-280

WAND, M.P. (1995)

Data-based choice of histogram bin width

Australian School of Management Working Paper Series, **95**-011

WEIDENMAIER, C., KOKAI-KUN, J.F., KRISTIAN, S.A., CHANTURIYA, T., KALBACHER, H., GROSS, M., NICHOLSON, G., NEUMEISTER, B., MOND, J.J. und PESCHEL, A. (2004)

Role of teichoic acids in *Staphylococcus aureus* nasal colonisation, a major risk factor in nosocomial infections

Nature Medicine, **10**, 243-245

WERTHEIM, H.F.L., VOS, M.C., OTT, A., VOSS, A., KLYUTMANS, J.A.J.W.,  
VANDENBROUKE-GRAULS, C.M.J.E., MEESTER, M.H.M., VAN KEULEN, P.H.J.  
und VERBRUGH, H.A. (2004)

Mucopirocin prophylaxis against nosocomial *Staphylococcus aureus* infections in  
nonsurgical patients

Annals of Internal Medicine, **140**, 419-485

WIEHL, P. und GUGGENHEIM, B. (1993)

Hygienegerechtes Praxiskonzept II

Schweizer Monatsschrift Zahnmedizin, 103, **9**, 1127-1140

WIENEKE, A.A., ROBERTS, D. und GILBERT, R.J.(1993)

Staphylococcal food poisoning in the United Kingdom, 1969-1990

Epidemiology and Infections, **110**, 519-531

WOODFORD, N. (2005)

Biological counterstrike: antibiotic resistance mechanisms of gram-positive cocci

Clinical Microbiology and Infection, **11**, Supplement 3, 2-21

ZAADHOF, K.-J. (1998 a)

Nachweis von Staphylokokken

Nachweis pathogener Keime

Behr's Seminare am 29. bis 30. April 1998, München

ZAADHOF, K.-J. (1998 b)

Nachweis von Staphylokokken-Enterotoxinen

Nachweis pathogener Keime

Behr's Seminare am 29. bis 30. April 1998 , München

## **Gesetze, Verordnungen und Methodensammlungen**

Gesetz Zur Verhütung Und Bekämpfung Von Infektionskrankheiten Beim Menschen  
(Infektionsschutzgesetz, IfSG)

I.d.F. der Bekanntmachung vom 20. Juli 2000 (BGBl. I, S. 1045)

Zuletzt geändert durch Art. 2 § 3 Abs. 4 G vom 1. 9.2005 (BGBl. I, S. 2618,2655)

Deubner Verlag, Köln

Fleischhygienegesetz (FIHG)

I.d.F. der Bekanntmachung vom 30.6.2003, BGBl.I, S. 1242

Zuletzt geändert durch das Gesetz vom 13.5.2004, BGBl. I, S 934

Beck Verlag, München

Gesetz über den Verkehr mit Lebensmitteln, Tabakerzeugnissen, kosmetischen Mitteln und sonstigen Bedarfsgegenständen (Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz –LMBG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 9.September 1997, BGBl. I S.2296, zuletzt geändert durch Art.19 G. zur Umbenennung des Bundesgrenzschutzes in Bundespolizei vom 21.6.2005, BGBl. I S.374,379

Beck Verlag, München

Verordnung über die hygienischen Anforderungen und amtlichen Untersuchungen beim Verkehr mit Fleisch (Fleischhygiene-Verordnung - FIHV)

Anlage 2 Kap.1, 2, 5

I.d.F. der Bekanntmachung vom 29. Juni 2001

BGBl. I, S. 1366, zuletzt geändert durch Änderungsverordnung vom 7.3.2005,

BGBl I, S. 667

Beck Verlag, München

Richtlinie 94/65/ EG des Rates zur Festlegung von Vorschriften für die Herstellung und das Inverkehrbringen von Hackfleisch/ Faschierten und Fleischzubereitungen (Hackfleisch-Richtlinie)

vom 14. Dezember 1994

Abl. Nr. L 368, S.10, ber. Abl. 1998 Nr. L127, S. 34, zuletzt geändert durch Änderungsrichtlinie 2 Nr. 16, 2004/41/EG vom 21.4.2004 (Abl. Nr. L 157, S.33)

Beck Verlag, München

Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (1983)

Untersuchung von Lebensmitteln; Mikrobiologische Untersuchung Fleisch und Fleischerzeugnissen, Vorbereitung der Proben

§35 LMBG, L 06.00/16

Beuth Verlag, Berlin

Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (1984)

Untersuchung von Lebensmitteln; Bestimmung Koagulase-positiver Staphylokokken in Fleisch und Fleischerzeugnissen; Spatelverfahren (Referenzverfahren);

§35 LMBG, L 06.00.21

Beuth Verlag, Berlin

Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (1984)

Untersuchung von Lebensmitteln; Bestimmung aerobe Keimzahl bei 30°C in Fleisch und Fleischerzeugnissen

§35 LMBG, L 06.00/19

Beuth Verlag, Berlin

Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (1985)

Untersuchung von Lebensmitteln; Bestimmung Koagulase-positiver Staphylokokken in Fleisch und Fleischerzeugnissen; Tropfplattenverfahren;

§35 LMBG, L 06.00.22

Beuth Verlag, Berlin

Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (1987)

Untersuchung von Lebensmitteln; Bestimmung *Enterobacteriaceae* in Fleisch;  
Spatelverfahren (Referenzverfahren)

§35 LMBG, L 06.00/24

Beuth Verlag, Berlin

Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (1987)

Untersuchung von Lebensmitteln; Bestimmung *Enterobacteriaceae* in Fleisch;  
Tropfplattenverfahren

§35 LMBG, L 06.00/25

Beuth Verlag, Berlin

Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (1996)

Untersuchung von Lebensmitteln; Bestimmung *Escherichia coli* in Fleisch und  
Fleischerzeugnissen

§35 LMBG, L 06.00/36

Beuth Verlag, Berlin

Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (2000)

Untersuchung von Lebensmitteln; Verfahren für die Zählung von koagulase-positiven  
Staphylokokken (*Staphylococcus aureus* und andere) in Lebensmitteln;

Teil 1: Verfahren mit Baird-Parker-Agar;

§35 LMBG, L 00.00.55

Beuth Verlag, Berlin

## I ANHANG

## 1 Ergebnistabellen Betrieb A

Tabelle 17: Betrieb A, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 1-21

Proben-Nr.	Datum Proben- nahme	Datum Bearbeitung	Probe Code	Nr. des zugehörigen Mitarbeiters	Funktion/ Person	Geschlecht der Mitarbeiter	Herkunft Betrieb	Material Mundschutz	Anzahl pro Probenahmetüte	Gesamt- gewicht ( g )	untersuchtes Gewicht (g)
1	24.04.2002	25.04.2002	ZR1.1	1	Zerleger Rind 1	männlich	A	Papier	1	1,66	0,98
2	24.04.2002	25.04.2002	ZR2.1	2	Zerleger Rind 2	männlich	A	Papier	1	1,43	1,23
3	24.04.2002	25.04.2002	SF1.1	20	Schichtführer 1	männlich	A	Papier	1	1,64	0,95
4	24.04.2002	25.04.2002	St1.1	24	Standardisierung 1	männlich	A	Papier	1	3,58	0,94
5	24.04.2002	25.04.2002	P1.1	25	Portionierer 1	männlich	A	Schaumstoff	2	3,05	2,07
6	24.04.2002	25.04.2002	PÜ1.1	27	Portionsübergabe 1	weiblich	A	Papier	2	1,80	0,94
7	24.04.2002	25.04.2002	V1.1	36	Verpackung 1	weiblich	A	Schaumstoff	2	4,92	2,38
8	14.05.2002	16.05.2002	P1.2	25	Portionierer 1	männlich	A	Schaumstoff	1	1,44	0,99
9	14.05.2002	16.05.2002	E 1.1	40	Etikettieren 1	männlich	A	Schaumstoff	1	1,70	1,26
10	14.05.2002	16.05.2002	E2.1	41	Etikettieren 2	männlich	A	Schaumstoff	1	1,43	1,10
11	14.05.2002	16.05.2002	St2.1	22	Standardisierung 2	männlich	A	Schaumstoff	1	1,75	1,38
12	14.05.2002	16.05.2002	ZR 3.1	3	Zerleger Rind 3	männlich	A	Papier	1	1,58	1,00
13	14.05.2002	16.05.2002	ZR 4.1	4	Zerleger Rind 4	männlich	A	Papier	1	1,53	0,92
14	14.05.2002	16.05.2002	ZS1.1	10	Zerleger Schwein 1	männlich	A	Papier	1	1,57	0,85
15	15.05.2002	17.05.2002	ZR 5.1	5	Zerleger Rind 5	männlich	A	Papier	1	1,54	0,92
26	15.05.2002	17.05.2002	ZR 6.1	6	Zerleger Rind 6	männlich	A	Papier	1	1,56	0,93
17	15.05.2002	17.05.2002	ZR 7.1	7	Zerleger Rind 7	männlich	A	Papier	1	1,68	1,04
18	15.05.2002	17.05.2002	P1.3	25	Portionierer 1	männlich	A	Papier	1	1,36	1,11
19	15.05.2002	17.05.2002	PÜ2.1	28	Portionsübergabe 2	weiblich	A	Schaumstoff	1	1,50	0,98
20	15.05.2002	17.05.2002	P2.1	26	Portionierer 2	männlich	A	Schaumstoff	1	1,73	1,23
21	15.05.2002	17.05.2002	V2.1	37	Verpackung 2	weiblich	A	Schaumstoff	1	1,50	1,17



**Tabelle 18:** Betrieb A, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-  
Proben 1-21

Proben-Nr.	KommentarVerschmutzung	Gesamt- keimzahl	koagulase-positive Staphylokokken	Enterobakteriazeen		<i>E.coli</i>
				lactose-positiv	lactose-negativ	
1		$2,2 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
2		$4,4 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
3		$6,9 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
4		$7,2 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
5		$6,7 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$1,6 \times 10^3$	$<10^1$
6		$5,0 \times 10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
7		$5,3 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$3,0 \times 10^1$	$<10^1$
8		$2,5 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
9		$3,6 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
10		$5,7 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$1,2 \times 10^2$	$<10^1$
11		$2,2 \times 10^7$	$1,0 \times 10^6$	$<10^1$	$2,4 \times 10^7$	$<10^1$
12		$7,8 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
13		$1,3 \times 10^3$	$8,0 \times 10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
14		$1,7 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$2,0 \times 10^1$	$<10^1$
15		$1,3 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$1,0 \times 10^1$	$<10^1$
16		$1,7 \times 10^4$	$<10^1$	$1,0 \times 10^1$	$<10^1$	$<10^1$
17		$4,8 \times 10^4$	$7,8 \times 10^3$	$<10^1$	$1,0 \times 10^1$	$<10^1$
18		$1,3 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$4,1 \times 10^3$	$<10^1$
19		$5,0 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$3,0 \times 10^1$	$<10^1$
20		$4,2 \times 10^5$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
21		$6,1 \times 10^5$	$<10^1$	$<10^1$	$3,3 \times 10^5$	$<10^1$

**Tabelle 19: Betrieb A, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 22-38**

Proben-Nr.	Datum Proben- nahme	Datum Bearbeitung	Probe Code	Nr. des zugehörigen Mitarbeiters	Funktion/ Person	Geschlecht der Mitarbeiter	Herkunft Betrieb	Material Mundschutz	Anzahl pro Probenahmetüte	Gesamt- gewicht ( g )	untersuchtes Gewicht (g)
22	25.06.2002	26.06.2002	ZR2.2	2	Zerleger Rind 2	männlich	Schlachtbe	Papier	1	3,90	1,05
23	25.06.2002	26.06.2002	ZR7.1	7	Zerleger Rind 7	männlich	A	Papier	1	3,74	1,16
24	25.06.2002	26.06.2002	ZS2.1	11	Zerleger Schwein 2	männlich	A	Papier	1	3,92	1,19
25	25.06.2002	26.06.2002	ZS3.1	12	Zerleger Schwein 3	männlich	A	Papier	1	1,61	1,07
26	25.06.2002	26.06.2002	ZS4.1	13	Zerleger Schwein 4	männlich	A	Papier	1	1,71	1,00
27	25.06.2002	26.06.2002	St1.2	21	Standardisierung 1	männlich	A	Papier	1	0,85	0,46
28	25.06.2002	26.06.2002	St2.2	22	Standardisierung 2	männlich	A	Schaumstoff	1	1,61	1,24
29	25.06.2002	26.06.2002	P2.2	26	Portionierer 2	männlich	A	Schaumstoff	1	1,64	1,34
30	25.06.2002	26.06.2002	V3.1	38	Verpackung 3	weiblich	A	Schaumstoff	1	1,69	1,36
31	02.07.2002	04.07.2002	ZR3.2	3	Zerleger Rind 3	männlich	A	Papier	1	1,65	1,09
32	02.07.2002	04.07.2002	ZS3.2	12	Zerleger Schwein 3	männlich	A	Papier	1	1,71	1,11
33	02.07.2002	04.07.2002	ZS5.1	14	Zerleger Schwein 5	männlich	A	Papier	1	1,59	1,04
34	02.07.2002	04.07.2002	St2.3	22	Standardisierung 2	männlich	A	Schaumstoff	1	1,67	1,26
35	02.07.2002	04.07.2002	P2.3	26	Portionierer 2	männlich	A	Schaumstoff	1	1,60	1,22
36	02.07.2002	04.07.2002	PÜ3.1	29	Portionsübergabe 3	weiblich	A	Schaumstoff	1	1,70	1,22
37	02.07.2002	04.07.2002	PÜ4.1	30	Portionsübergabe 4	männlich	A	Schaumstoff	1	1,51	1,41
38	02.07.2002	04.07.2002	V3.2	38	Verpackung 3	weiblich	A	Schaumstoff	1	1,66	1,25

**Tabelle 20:** Betrieb A, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-  
Proben 22-38

Proben-Nr.	KommentarVerschmutzung	Gesamt- keimzahl	koagulase-positive Staphylokokken	Enterobakteriazeen		<i>E.coli</i>
				lactose-positiv	lactose-negativ	
22	Fleischsaft; -stücke	$1,3 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
23	unauffällig	$2,0 \times 10^7$	$3,3 \times 10^5$	$1,0 \times 10^5$	$7,2 \times 10^4$	$<10^1$
24	etwas Fleischsaft	$8,2 \times 10^6$	$<10^1$	$9,2 \times 10^4$	$3,6 \times 10^4$	$3,0 \times 10^3$ (geschätzt)
25	etwas Fleischsaft	$7,2 \times 10^2$	$8,0 \times 10^1$	$<10^1$	$3,0 \times 10^1$	$<10^1$
26	keine	$1,1 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
27	unauffällig	$1,2 \times 10^4$	$<10^1$	nicht auswertbar	nicht auswertbar	$<10^1$
28	unauffällig	$7,0 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
29	etwas Fleischsaft	$8,0 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$1,0 \times 10^2$	$<10^1$
30	unauffällig	$1,1 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
31	etwas Fleischsaft	$5,3 \times 10^5$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
32	Blut, Fleischsaft	$1,2 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
33	keine Verschmutzung	$1,2 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
34	etwas Fleischsaft	$4,7 \times 10^5$	$1,0 \times 10^7$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
35	etwas Fleischsaft	$4,0 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
36	etwas Fleischsaft	$9,5 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
37	feucht	$2,8 \times 10^7$	$<10^1$	$<10^1$	$4,5 \times 10^6$	$<10^1$
38	etwas Fleischsaft	$1,2 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$

**Tabelle 21:** Betrieb A, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 39-54

Proben-Nr.	Datum Proben- nahme	Datum Bearbeitung	Probe Code	Nr. des zugehörigen Mitarbeiters	Funktion/ Person	Geschlecht der Mitarbeiter	Herkunft Betrieb	Material Mundschutz	Anzahl pro Probenahmetüte	Gesamt- gewicht ( g)	untersuchtes Gewicht (g)
39	10.07.2002	16.07.2002	ZR 1.2	1	Zerleger Rind 1	männlich	A	Papier	1	1,66	1,10
40	10.07.2002	16.07.2002	ZR 2.3	2	Zerleger Rind 2	männlich	A	Papier	1	1,67	1,13
41	09.07.2002	16.07.2002	St 2.4	22	Standardisierung 2	männlich	A	Schaumstoff	1	1,81	1,43
42	09.07.2002	16.07.2002	St 3.1	23	Standardisierung 3	männlich	A	Schaumstoff	2	3,42	2,58
43	09.07.2002	16.07.2002	P 2.4	26	Portionierer 2	männlich	A	Schaumstoff	1	1,77	1,30
44	09.07.2002	16.07.2002	PÜ 3.2	29	Portionsübergabe 3	weiblich	A	Papier	1	0,91	0,49
45	09.07.2002	16.07.2002	PÜ 5.1	31	Portionsübergabe 5	weiblich	A	Papier	1	0,93	0,50
46	09.07.2002	16.07.2002	V 3.3	38	Verpackung 3	weiblich	A	Schaumstoff	1	1,67	1,26
47	16.07.2002	18.07.2002	ZS 2.2	11	Zerleger Schwein 2	männlich	A	Papier	1	1,63	1,05
48	16.07.2002	18.07.2002	ZS 6.1	15	Zerleger Schwein 6	männlich	A	Papier	1	1,67	1,02
49	16.07.2002	18.07.2002	St 2.5	22	Standardisierung 2	männlich	A	Schaumstoff	1	1,65	1,06
50	16.07.2002	18.07.2002	PÜ 1.2	27	Portionsübergabe 1	weiblich	A	Papier	1	0,98	0,45
51	16.07.2002	18.07.2002	PÜ 6.1	32	Portionsübergabe 6	weiblich	A	Papier	2	1,84	0,92
52	16.07.2002	18.07.2002	E 3.1	42	Etikettierung 3	männlich	A	Papier	1	0,91	0,51
53	16.07.2002	18.07.2002	ZS 4.2	13	Zerleger Schwein 4	männlich	A	Papier	1	1,60	0,99
54	16.07.2002	18.07.2002	E 5.1	43	QS (Etikettierung 5)	weiblich	A	Papier	1	0,96	0,49

**Tabelle 22:** Betrieb A, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-  
Proben 39-54

Proben-Nr.	KommentarVerschmutzung	Gesamt- keimzahl	koagulase-positive Staphylokokken	Enterobakteriazeen		<i>E.coli</i>
				lactose-positiv	lactose-negativ	
39	unauffällig	$3,8 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
40	unauffällig	$3,0 \times 10^6$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
41	unauffällig	$4,5 \times 10^8$	$8,3 \times 10^6$	$6,3 \times 10^2$	$5,7 \times 10^8$	$1,5 \times 10^2$ (geschätzt)
42	unauffällig	$2,7 \times 10^8$	$1,3 \times 10^6$	$<10^1$	$4,4 \times 10^5$	$<10^1$
43	unauffällig	$3,8 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
44	unauffällig	$4,5 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$1,8 \times 10^2$	$<10^1$
45	unauffällig	$3,0 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
46	unauffällig	$7,0 \times 10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
47	etwas Fleischsaft	$1,1 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$1,0 \times 10^1$	$<10^1$
48	unauffällig	$1,4 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$1,0 \times 10^1$	$<10^1$
49	unauffällig	$1,4 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	$<10^1$	$2,0 \times 10^1$	$<10^1$
50	unauffällig	$5,0 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
51	unauffällig	$6,8 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$1,0 \times 10^1$	$<10^1$
52	keine	$1,0 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
53	unauffällig	$8,1 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
54	unauffällig	$5,0 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$

**Tabelle 23: Betrieb A, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 55-68**

Proben-Nr.	Datum Proben- nahme	Datum Bearbeitung	Probe Code	Nr. des zugehörigen Mitarbeiters	Funktion/ Person	Geschlecht der Mitarbeiter	Herkunft Betrieb	Material Mundschutz	Anzahl pro Probenahmetüte	Gesamt- gewicht ( g )	untersuchtes Gewicht (g)
55	23.07.2002	25.07.2002	ZR 2.4	2	Zerleger Rind 2	männlich	A	Papier	1	1,45	0,98
56	23.07.2002	25.07.2002	St 2.6	22	Standardisierung 2	männlich	A	Schaumstoff	1	1,71	1,38
57	23.07.2002	25.07.2002	P 2.6	26	Portionierer 2	männlich	A	Schaumstoff	1	1,72	1,26
58	23.07.2002	25.07.2002	PÜ 1.3	25	Portionsübergabe 1	männlich	A	Schaumstoff	1	1,70	1,32
59	23.07.2002	25.07.2002	PÜ 3.3	29	Portionsübergabe 3	weiblich	A	Schaumstoff	1	1,73	1,24
60	23.07.2002	25.07.2002	V 3.4	38	Verpackung 3	weiblich	A	Schaumstoff	1	1,70	1,30
61	16.07.2002	25.07.2002	P 2.5	26	Portionieren 2	männlich	A	Papier	1	0,90	0,48
62	30.07.2003	1.08.2002	ZR 2.5	2	Zerleger Rind 2	männlich	A	Papier	1	1,60	1,52
63	30.07.2002	1.08.2002	E 1.2	40	Etikettierung 1	männlich	A	Schaumstoff	1	1,65	1,63
64	30.07.2002	1.08.2002	V 4.1	45	Verpackung 4	männlich	A	Schaumstoff	1	1,67	1,63
65	30.07.2002	1.08.2002	ZR 8.1	8	Zerleger Rind 8	männlich	A	Papier	1	1,58	1,38
66	30.07.2002	1.08.2002	P 2.7	26	Portionierer 2	männlich	A	Papier	1	0,88	0,78
67	30.07.2002	1.08.2002	ZS 6.2	15	Zerleger Schwein 6	männlich	A	Papier	1	1,76	1,62
68	30.07.2002	1.08.2002	St 2.7	22	Standardisierung 2	männlich	A	Schaumstoff	1	1,69	1,65

**Tabelle 24:** Betrieb A Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-  
Proben 55-68

Proben-Nr.	KommentarVerschmutzung	Gesamt- keimzahl	koagulase-positive Staphylokokken	Enterobakteriazeen		<i>E.coli</i>
				lactose-positiv	lactose-negativ	
55	unauffällig	$1,3 \times 10^4$	$5,2 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
56	unauffällig	$4,2 \times 10^7$	$<10^1$	$1,0 \times 10^2$	$2,4 \times 10^7$	$<10^1$
57	unauffällig	$2,4 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$1,0 \times 10^1$	$<10^1$
58	unauffällig	$1,4 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$1,0 \times 10^1$	$<10^1$
59	unauffällig	$4,6 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$1,0 \times 10^1$	$<10^1$
60	unauffällig	$3,0 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
61	unauffällig	$7,2 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
62	unauffällig	$5,7 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
63	unauffällig	$3,5 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
64	unauffällig	$2,0 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
65	Fleischsaft	$3,0 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
66	unauffällig	$4,2 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
67	Fleischsaft	$3,3 \times 10^5$	$<10^1$	$<10^1$	$2,8 \times 10^2$	$<10^1$
68	unauffällig	$1,0 \times 10^8$	$3,5 \times 10^6$	$1,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^7$	$<10^1$

**Tabelle 25: Betrieb A, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 69-81**

Proben-Nr.	Datum Proben- nahme	Datum Bearbeitung	Probe Code	Nr. des zugehörigen Mitarbeiters	Funktion/ Person	Geschlecht der Mitarbeiter	Herkunft Betrieb	Material Mundschutz	Anzahl pro Probenahmetüte	Gesamt- gewicht ( g)	untersuchtes Gewicht (g)
69	23.10.2002	25.10.2002	ZR 2.6	2	Zerleger Rind 2	männlich	A	Papier	1	0,89	0,51
70	23.10.2002	25.10.2002	ZR 9.1	9	Zerleger Rind 9	männlich	A	Papier	1	0,89	0,48
71	23.10.2002	25.10.2002	St 4.1	24	Standardisierung 4	männlich	A	Schaumstoff	1	2,34	1,85
72	23.10.2002	25.10.2002	V 5.1	39	Verpackung 5	männlich	A	Schaumstoff	1	1,38	1,13
73	23.10.2002	25.10.2002	PÜ 3.4	29	Portionsübergabe 3	weiblich	A	Papier	1	0,91	0,44
74	23.10.2002	25.10.2002	V 3.6	38	Verpackung 3	weiblich	A	Schaumstoff	1	1,54	1,06
75	23.10.2002	25.10.2002	E 6.1	44	Etikettierung 6	männlich	A	Papier	1	0,96	0,50
76	28.10.2002	31.10.2002	P 1.4	25	Portionierer 1	männlich	A	Schaumstoff	1	1,51	1,14
77	28.10.2002	31.10.2002	P 2.8	26	Portionierer 2	männlich	A	Papier	1	0,87	0,50
78	28.10.2002	31.10.2002	PÜ 3.5	29	Portionsübergabe 3	weiblich	A	Papier	1	0,92	0,49
79	28.10.2002	31.10.2002	V 3.7	38	Verpackung 3	weiblich	A	Schaumstoff	1	1,57	1,22
80	28.10.2002	31.10.2002	E 5.2	43	Etikettierung 5	weiblich	A	Schaumstoff	1	1,55	1,13
81	28.10.2002	31.10.2002	E 6.2	44	Etikettierung 6	männlich	A	Papier	1	1,00	0,59



**Tabelle 26:** Betrieb A, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-  
Proben 69-81

Proben-Nr.	KommentarVerschmutzung	Gesamt- keimzahl	koagulase-positive Staphylokokken	Enterobakteriazeen		<i>E.coli</i>
				lactose-positiv	lactose-negativ	
69	Fleischsaft	$2,5 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
70	unauffällig	$9,1 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
71	unauffällig	$7,0 \times 10^8$	$1,2 \times 10^7$	$1,9 \times 10^3$	$5,1 \times 10^8$	$<10^1$
72	unauffällig	$2,0 \times 10^6$	$<10^1$	$<10^1$	$7,9 \times 10^5$	$<10^1$
73	unauffällig	$4,0 \times 10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
74	unauffällig	$1,6 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$4,0 \times 10^2$	$<10^1$
75	unauffällig	$1,5 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$3,0 \times 10^2$	$<10^1$
76	unauffällig	$6,6 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$2,0 \times 10^2$	$<10^1$
77	unauffällig	$2,4 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$1,0 \times 10^1$	$<10^1$
78	unauffällig	$4,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
79	unauffällig	$3,4 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$2,0 \times 10^3$	$<10^1$
80	unauffällig	$2,4 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
81	unauffällig	$3,7 \times 10^4$	$<10^1$	$1,3 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$

**Tabelle 27: Betrieb A, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 82-95**

Proben-Nr.	Datum Proben- nahme	Datum Bearbeitung	Probe Code	Nr. des zugehörigen Mitarbeiters	Funktion/ Person	Geschlecht der Mitarbeiter	Herkunft Betrieb	Material Mundschutz	Anzahl pro Probenahmetüte	Gesamt- gewicht ( g )	untersuchtes Gewicht (g)
82	04.11.2002	07.11.2002	ZS 7.1	16	Zerleger Schwein	männlich	A	Papier	1	0,95	0,47
83	04.11.2002	07.11.2002	ZS 8.1	17	Zerleger Schwein 8	männlich	A	Papier	1	0,96	0,56
84	04.11.2002	07.11.2002	ZS 9.1	18	Zerleger Schwein 9	männlich	A	Papier	1	0,94	0,52
85	04.11.2002	07.11.2002	P 2.10	26	Portionierer 2	männlich	A	Papier	1	0,86	0,44
86	04.11.2002	07.11.2002	PÜ 3.6	29	Portionsübergabe 3	weiblich	A	Papier	1	0,93	0,53
87	04.11.2002	07.11.2002	PÜ 8.1	34	Portionsübergabe 8	männlich	A	Schaumstoff	1	2,55	1,61
88	04.11.2002	07.11.2002	V 3.7	38	Verpackung 3	weiblich	A	Schaumstoff	1	1,50	1,18
89	04.11.2002	07.11.2002	E 6.3	44	Etikettierung 6	männlich	A	Papier	1	0,97	0,54
90	25.11.2002	27.11.2002	P 2.11	26	Portionierer 2	männlich	A	Papier	1	0,81	0,54
91	25.11.2002	27.11.2002	PÜ 3.7	29	Portionsübergabe 3	weiblich	A	Papier	1	0,88	0,47
92	25.11.2002	27.11.2002	PÜ 9.1	35	Portionsübergabe 9	männlich	A	Papier	1	0,83	0,50
93	25.11.2002	27.11.2002	PÜ 8.2	34	Portionsübergabe 8	männlich	A	Schaumstoff	1	1,94	1,54
94	25.11.2002	27.11.2002	V 3.8	38	Verpackung 3	weiblich	A	Schaumstoff	1	1,49	1,18
95	25.11.2002	27.11.2002	V 5.2	39	Verpackung 5	männlich	A	Schaumstoff	1	1,39	1,12

**Tabelle 28:** Betrieb A, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-  
Proben 82-95

Proben-Nr.	KommentarVerschmutzung	Gesamt- keimzahl	koagulase-positive Staphylokokken	Enterobakteriazeen		<i>E.coli</i>
				lactose-positiv	lactose-negativ	
82	unauffällig	$4,5 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
83	keine Verschmutzung	$2,0 \times 10^7$	$<10^1$	$8,7 \times 10^6$	$2,2 \times 10^6$	$<10^1$
84	unauffällig	$6,0 \times 10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
85	unauffällig	$1,8 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
86	unauffällig	$6,2 \times 10^2$	$1,9 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
87	unauffällig	$1,6 \times 10^8$	$1,5 \times 10^5$	$3,9 \times 10^6$	$2,7 \times 10^8$	$<10^1$
88	unauffällig	$8,5 \times 10^2$	$5,6 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
89	unauffällig	$1,1 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
90	unauffällig	$1,4 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
91	unauffällig	$1,4 \times 10^3$	$<10^1$	nicht auswertbar	nicht auswertbar	$<10^1$
92	unauffällig	$1,3 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
93	unauffällig	$1,3 \times 10^8$	$<10^1$	$4 \times 10^5$	$1,3 \times 10^8$	$<10^1$
94	unauffällig	$7,4 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$1,4 \times 10^3$	$<10^1$
95	unauffällig	$9,0 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$

**Tabelle 29: Betrieb A, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 96-111**

Proben-Nr.	Datum Proben- nahme	Datum Bearbeitung	Probe Code	Nr. des zugehörigen Mitarbeiters	Funktion/ Person	Geschlecht der Mitarbeiter	Herkunft Betrieb	Material Mundschutz	Anzahl pro Probenahmetüte	Gesamt- gewicht ( g )	untersuchtes Gewicht (g)
96	02.12.2002	04.12.2002	P 1.5	25	Portionierer 1	männlich	A	Schaumstoff	1	1,52	1,18
97	02.12.2002	04.12.2002	P 2.12	26	Portionierer 2	männlich	A	Papier	1	0,82	0,47
98	02.12.2002	04.12.2002	PÜ 8.2	34	Portionsübergabe 8	männlich	A	Schaumstoff	1	1,63	1,20
99	02.12.2002	04.12.2002	PÜ 9.2	35	Portionsübergabe 9	männlich	A	Schaumstoff	1	1,58	1,24
100	02.12.2002	04.12.2002	V 3.9	38	Verpackung 3	weiblich	A	Schaumstoff	1	1,54	1,25
101	02.12.2002	04.12.2002	E 6.4	44	Etikettierung 6	männlich	A	Papier	1	0,85	0,41
102	13.01.2003	15.01.2003	ZR 1.3	1	Zerleger Rind 1	männlich	A	Papier	1	0,85	0,44
103	13.01.2003	15.01.2003	ZR 2.7	2	Zerleger Rind 2	männlich	A	Papier	1	0,87	0,48
104	13.01.2003	15.01.2003	ZS 6.3	15	Zerleger Schwein 6	männlich	A	Papier	1	0,89	0,43
105	13.01.2003	15.01.2003	ZS 10.1	19	Zerleger Schwein 10	männlich	A	Papier	1	0,86	0,46
106	13.01.2003	15.01.2003	St 2.9	22	Standardisierung 2	männlich	A	Schaumstoff	1	1,23	1,05
107	13.01.2003	15.01.2003	P 2.12	26	Portionierer 2	männlich	A	Papier	1	0,89	0,43
108	13.01.2003	15.01.2003	PÜ 5.2	31	Portionsübergabe 5	weiblich	A	Papier	1	0,94	0,52
109	13.01.2003	15.01.2003	PÜ 9.3	35	Portionsübergabe 9	männlich	A	Schaumstoff	1	1,80	1,32
110	13.01.2003	15.01.2003	V 3.10	38	Verpackung 3	weiblich	A	Schaumstoff	1	1,80	1,48
111	13.01.2003	15.01.2003	E 6.5	44	Etikettierung 6	männlich	A	Papier	1	0,94	0,46

**Tabelle 30:** Betrieb A, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-  
Proben 96-111

Proben-Nr.	KommentarVerschmutzung	Gesamt- keimzahl	koagulase-positive Staphylokokken	Enterobakteriazeen		<i>E.coli</i>
				lactose-positiv	lactose-negativ	
96	unauffällig	$1,5 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
97	unauffällig	$1,9 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
98	unauffällig	$2,0 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
99	unauffällig	$3,1 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
100	unauffällig	$5,9 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$1,8 \times 10^2$	$<10^1$
101	unauffällig	$7,0 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$3,0 \times 10^1$	$<10^1$
102	Blut	$3,1 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
103	etwas Fleischsaft	$2,4 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
104	etwas Fleischsaft	$9,2 \times 10^3$	$5,7 \times 10^3$	$<10^1$	$4,0 \times 10^1$	$<10^1$
105	unauffällig	$3,9 \times 10^3$	$1,6 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
106	unauffällig	$1,0 \times 10^6$	$5,2 \times 10^4$	$<10^1$	$4,7 \times 10^5$	$<10^1$
107	unauffällig	$2,4 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
108	unauffällig	$3,3 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
109	unauffällig	$4,7 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$3,5 \times 10^4$	$<10^1$
110	unauffällig	$1,1 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$5,0 \times 10^1$	$<10^1$
111	unauffällig	$2,9 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$

## 2 Ergebnistabellen Betrieb B

**Tabelle 31:** Betrieb B, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 1-21

Proben-Nr.	Datum Proben- nahme	Datum Bearbeitung	Funktion/ Person	Geschlecht der Mitarbeiter	Herkunft Betrieb	Material Mundschutz	Anzahl pro Probenahmetüte	Gesamt- gewicht ( g )	untersuchtes Gewicht (g)
1	05.11.2002	06.11.2002	Hackfleischproduktion 1	weiblich	B	Schaumstoff	1	1,52	1,17
2	05.11.2002	06.11.2002	Hackfleischproduktion 2	weiblich	B	Papier	1	1,51	1,20
3	05.11.2002	06.11.2002	Hackfleischproduktion 3	weiblich	B	Schaumstoff	1	1,60	0,89
4	05.11.2002	06.11.2002	Hackfleischproduktion 4	weiblich	B	Schaumstoff	1	1,64	1,21
5	05.11.2002	06.11.2002	Hackfleischproduktion 5	weiblich	B	Schaumstoff	1	1,58	1,21
6	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 1	männlich	B	Schaumstoff	1	1,69	1,21
7	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 2	männlich	B	Schaumstoff	1	1,53	1,19
8	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 3	männlich	B	Schaumstoff	1	1,57	1,16
9	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 4	männlich	B	Schaumstoff	1	1,50	1,17
10	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 5	männlich	B	Schaumstoff	1	1,54	1,12
11	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 6	männlich	B	Schaumstoff	1	1,53	1,15
12	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 7	männlich	B	Schaumstoff	1	1,65	1,22
13	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 8	männlich	B	Schaumstoff	1	1,64	1,21
14	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 9	männlich	B	Schaumstoff	1	1,50	1,12
15	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 10	männlich	B	Schaumstoff	1	1,45	1,10
26	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 11	männlich	B	Schaumstoff	1	1,51	1,12
17	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 12	männlich	B	Schaumstoff	1	1,61	1,21
18	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 13	männlich	B	Schaumstoff	1	1,56	1,20
19	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 14	männlich	B	Schaumstoff	1	1,53	1,08
20	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 15	männlich	B	Schaumstoff	1	1,59	1,14
21	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 16	männlich	B	Schaumstoff	1	1,62	1,20

**Tabelle 32:** Betrieb B, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-  
Proben 1-21

Proben-Nr.	Kommentar/Verschmutzung	Gesamt- keimzahl	koagulase-positive Staphylokokken	Enterobakteriazeen		<i>E.coli</i>
				lactose-positiv	lactose-negativ	
1	unauffällig	$2,9 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$1,4 \times 10^3$	$<10^1$
2	unauffällig	$1,3 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$4,0 \times 10^1$	$<10^1$
3	unauffällig	$2,1 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$8,8 \times 10^2$	$<10^1$
4	unauffällig	$1,6 \times 10^4$	$<10^1$	$2,0 \times 10^1$	$2,5 \times 10^3$	$<10^1$
5	unauffällig	$1,6 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$1,0 \times 10^1$	$<10^1$
6	unauffällig	$1,4 \times 10^5$	$4,7 \times 10^3$	$<10^1$	$1,1 \times 10^3$	$<10^1$
7	unauffällig	$2,4 \times 10^4$	$7,2 \times 10^1$	$<10^1$	$8,0 \times 10^1$	$<10^1$
8	unauffällig	$1,4 \times 10^5$	$1,2 \times 10^3$	$<10^1$	$3,1 \times 10^2$	$<10^1$
9	unauffällig	$3,6 \times 10^4$	$2,4 \times 10^1$	$<10^1$	$2,0 \times 10^1$	$<10^1$
10	unauffällig	$6,6 \times 10^5$	$2,0 \times 10^3$	$<10^1$	$1,4 \times 10^5$	$<10^1$
11	unauffällig	$4,7 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$5,0 \times 10^1$	$<10^1$
12	unauffällig	$8,0 \times 10^4$	$6,4 \times 10^2$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
13	unauffällig	$5,3 \times 10^5$	$1,0 \times 10^4$	$<10^1$	$3,1 \times 10^2$	$<10^1$
14	unauffällig	$2,7 \times 10^5$	$1,1 \times 10^3$	$<10^1$	$1,1 \times 10^3$	$<10^1$
15	unauffällig	$1,2 \times 10^5$	$3,0 \times 10^2$	$<10^1$	$3,6 \times 10^2$	$<10^1$
16	unauffällig	$7,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$	$<10^1$	$2,7 \times 10^2$	$<10^1$
17	unauffällig	$1,7 \times 10^5$	$2,2 \times 10^2$	$<10^1$	$2,6 \times 10^3$	$<10^1$
18	unauffällig	$1,7 \times 10^5$	$8,4 \times 10^2$	$1,0 \times 10^1$	$4,3 \times 10^2$	$<10^1$
19	unauffällig	$5,8 \times 10^5$	$5,3 \times 10^3$	$<10^1$	$3,2 \times 10^2$	$<10^1$
20	unauffällig	$7,2 \times 10^5$	$6,7 \times 10^3$	$<10^1$	$1,0 \times 10^2$	$<10^1$
21	unauffällig	$4,0 \times 10^5$	$4,4 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$	$5,9 \times 10^4$	$<10^1$

**Tabelle 33: Betrieb B, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 22-38**

Proben-Nr.	Datum Proben- nahme	Datum Bearbeitung	Funktion/ Person	Geschlecht der Mitarbeiter	Herkunft Betrieb	Material Mundschutz	Anzahl pro Probenahmetüte	Gesamt- gewicht ( g )	untersuchtes Gewicht (g)
22	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 17	männlich	B	Schaumstoff	1	1,50	1,14
23	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger18	männlich	B	Schaumstoff	1	1,56	1,16
24	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 19	männlich	B	Schaumstoff	1	1,52	1,17
25	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 20	männlich	B	Schaumstoff	1	1,53	1,16
26	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 21	männlich	B	Schaumstoff	1	1,43	1,08
27	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 22	männlich	B	Schaumstoff	1	1,56	1,19
28	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 23	männlich	B	Schaumstoff	1	1,54	1,22
29	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 24	männlich	B	Schaumstoff	1	1,51	1,13
30	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 25	männlich	B	Schaumstoff	1	1,52	1,14
31	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 26	männlich	B	Schaumstoff	1	1,55	1,18
32	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 27	männlich	B	Schaumstoff	1	1,55	1,20
33	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 28	männlich	B	Schaumstoff	1	1,57	1,19
34	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 29	männlich	B	Schaumstoff	1	1,53	1,13
35	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 30	männlich	B	Schaumstoff	1	1,64	1,13
36	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 31	männlich	B	Schaumstoff	1	1,68	1,20
37	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 32	männlich	B	Schaumstoff	1	1,54	1,10
38	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 33	männlich	B	Schaumstoff	1	1,64	1,03



**Tabelle 34:** Betrieb B, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-  
Proben 22-38

Proben-Nr.	Kommentar/Verschmutzung	Gesamt- keimzahl	koagulase-positive Staphylokokken	Enterobakteriazeen		<i>E.coli</i>
				lactose-positiv	lactose-negativ	
22	unauffällig	$2,0 \times 10^5$	$2,4 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$5,6 \times 10^3$	$<10^1$
23	unauffällig	$7,3 \times 10^4$	$1,4 \times 10^3$	$<10^1$	$1,9 \times 10^2$	$<10^1$
24	Blut, Fleischsaft	$1,1 \times 10^5$	$7,2 \times 10^3$	$<10^1$	$2,3 \times 10^4$	$<10^1$
25	unauffällig	$5,5 \times 10^4$	$2,4 \times 10^2$	$<10^1$	$1,5 \times 10^3$	$<10^1$
26	unauffällig	$1,0 \times 10^5$	$5,4 \times 10^3$	$<10^1$	$<10^1$	$<10^1$
27	unauffällig	$9,4 \times 10^6$	$<10^1$	$<10^1$	$2,9 \times 10^3$	$<10^1$
28	unauffällig	$3,0 \times 10^6$	$7,2 \times 10^1$	$<10^1$	$2,7 \times 10^3$	$<10^1$
29	unauffällig	$7,3 \times 10^4$	$3,3 \times 10^3$	$<10^1$	$8,3 \times 10^3$	$<10^1$
30	unauffällig	$2,0 \times 10^5$	$7,1 \times 10^3$	$<10^1$	$5,6 \times 10^2$	$<10^1$
31	Fleischsaft/ Blut	$5,4 \times 10^6$	$<10^1$	$2,0 \times 10^1$	$1,1 \times 10^3$	$<10^1$
32	unauffällig	$2,1 \times 10^4$	$1,0 \times 10^2$	$<10^1$	$5,0 \times 10^1$	$<10^1$
33	etwas Fleischsaft	$2,5 \times 10^5$	$1,5 \times 10^3$	$<10^1$	$3,2 \times 10^2$	$<10^1$
34	Fleisch	$8,6 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$6,5 \times 10^3$	$<10^1$
35	keine Verschmutzung	$2,4 \times 10^5$	$<10^1$	$4,6 \times 10^2$	$4,2 \times 10^3$	$<10^1$
36	unauffällig	$3,1 \times 10^5$	$<10^1$	$<10^1$	$2,7 \times 10^2$	$<10^1$
37	unauffällig	$3,8 \times 10^5$	$8,5 \times 10^4$	$<10^1$	$2,4 \times 10^2$	$<10^1$
38	unauffällig	$8,6 \times 10^4$	$4,8 \times 10^2$	$<10^1$	$1,0 \times 10^2$	$<10^1$

**Tabelle 35:** Betrieb B, Ergebnisse der Mundschutz-Proben 39-51

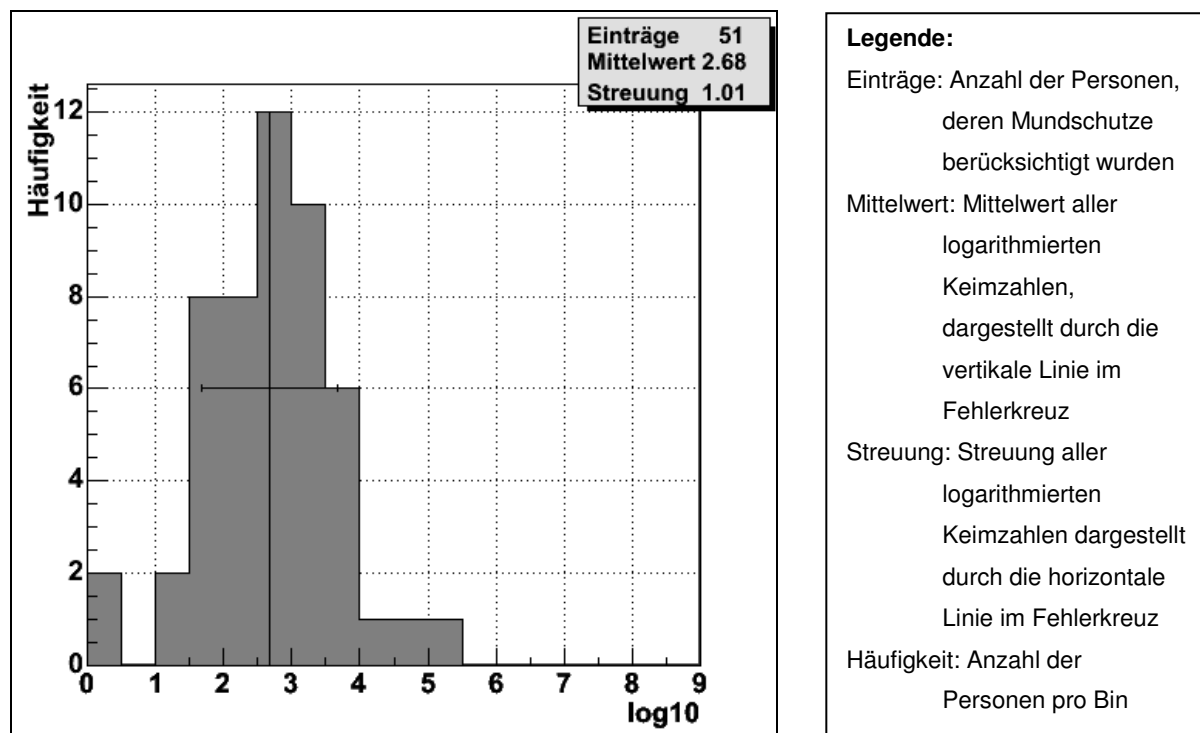
Proben-Nr.	Datum Proben- nahme	Datum Bearbeitung	Funktion/ Person	Geschlecht der Mitarbeiter	Herkunft Betrieb	Material Mundschutz	Anzahl pro Probenahmetüte	Gesamt- gewicht ( g )	untersuchtes Gewicht (g)
39	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 34	männlich	B	Schaumstoff	1	1,51	0,99
40	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 35	männlich	B	Schaumstoff	1	1,57	1,14
41	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 36	männlich	B	Schaumstoff	1	1,48	1,05
42	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 37	männlich	B	Schaumstoff	1	1,57	1,20
43	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 38	männlich	B	Schaumstoff	1	1,54	1,16
44	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 39	männlich	B	Schaumstoff	1	1,57	1,12
45	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 40	männlich	B	Schaumstoff	1	1,67	1,14
46	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 41	männlich	B	Schaumstoff	1	1,47	1,04
47	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 42	männlich	B	Schaumstoff	1	1,54	1,00
48	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 43	männlich	B	Schaumstoff	1	1,55	0,98
49	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 44	männlich	B	Schaumstoff	1	1,53	1,07
50	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 45	männlich	B	Schaumstoff	1	1,51	1,20
51	05.11.2002	06.11.2002	Zerleger 46	männlich	B	Schaumstoff	1	1,52	1,03

**Tabelle 36:** Betrieb B, Zustand und mikrobiologische Ergebnisse der Mundschutz-  
Proben 39-51

Proben-Nr.	Kommentar/Verschmutzung	Gesamt- keimzahl	koagulase-positive Staphylokokken	Enterobakteriazeen		<i>E.coli</i>
				lactose-positiv	lactose-negativ	
39	unauffällig	$1,7 \times 10^5$	$<10^1$	$<10^1$	$7,0 \times 10^1$	$<10^1$
40	unauffällig	$2,2 \times 10^5$	$<10^1$	$<10^1$	$4,0 \times 10^1$	$<10^1$
41	unauffällig	$7,8 \times 10^4$	$9,0 \times 10^2$	$<10^1$	$7,7 \times 10^2$	$<10^1$
42	unauffällig	$1,4 \times 10^4$	$1,1 \times 10^2$	$1 \times 10^1$	$1,0 \times 10^3$	$<10^1$
43	unauffällig	$3,9 \times 10^4$	$2,8 \times 10^2$	$<10^1$	$6,7 \times 10^2$	$<10^1$
44	unauffällig	$3,0 \times 10^5$	$1,2 \times 10^3$	$2 \times 10^1$	$4,6 \times 10^3$	$<10^1$
45	unauffällig	$2,8 \times 10^5$	$<10^1$	$<10^1$	$3,3 \times 10^2$	$<10^1$
46	unauffällig	$3,8 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$9,3 \times 10^3$	$<10^1$
47	unauffällig	$7,4 \times 10^4$	$1,3 \times 10^2$	$<10^1$	$5,0 \times 10^2$	$<10^1$
48	unauffällig	$1,5 \times 10^5$	$<10^1$	$<10^1$	$6,2 \times 10^2$	$<10^1$
49	unauffällig	$7,0 \times 10^5$	$2,2 \times 10^3$	$<10^1$	$8,0 \times 10^2$	$<10^1$
50	unauffällig	$1,7 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$5,0 \times 10^1$	$<10^1$
51	unauffällig	$1,6 \times 10^4$	$<10^1$	$<10^1$	$8,0 \times 10^1$	$<10^1$

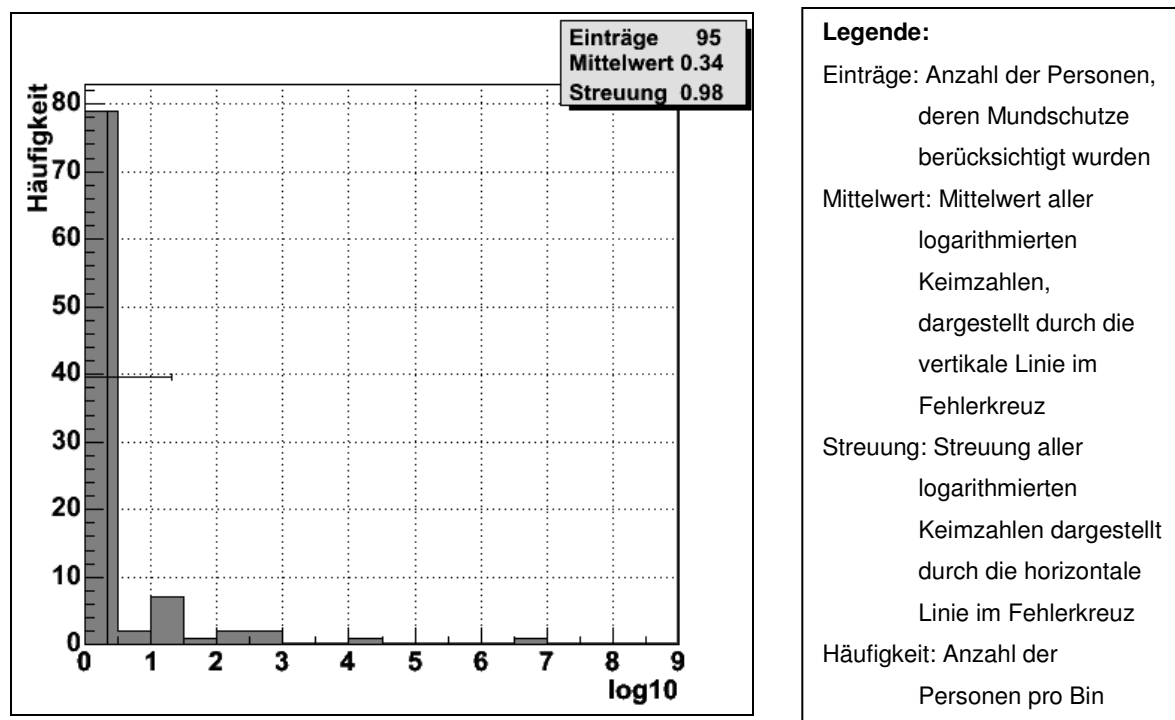
### 3 Ergebnisdiagramme Betrieb B

**Abbildung 42:** Verteilung der Keimzahlergebnisse der laktose-negativen Enterobakteriazeen der Mundschutze von Betrieb B

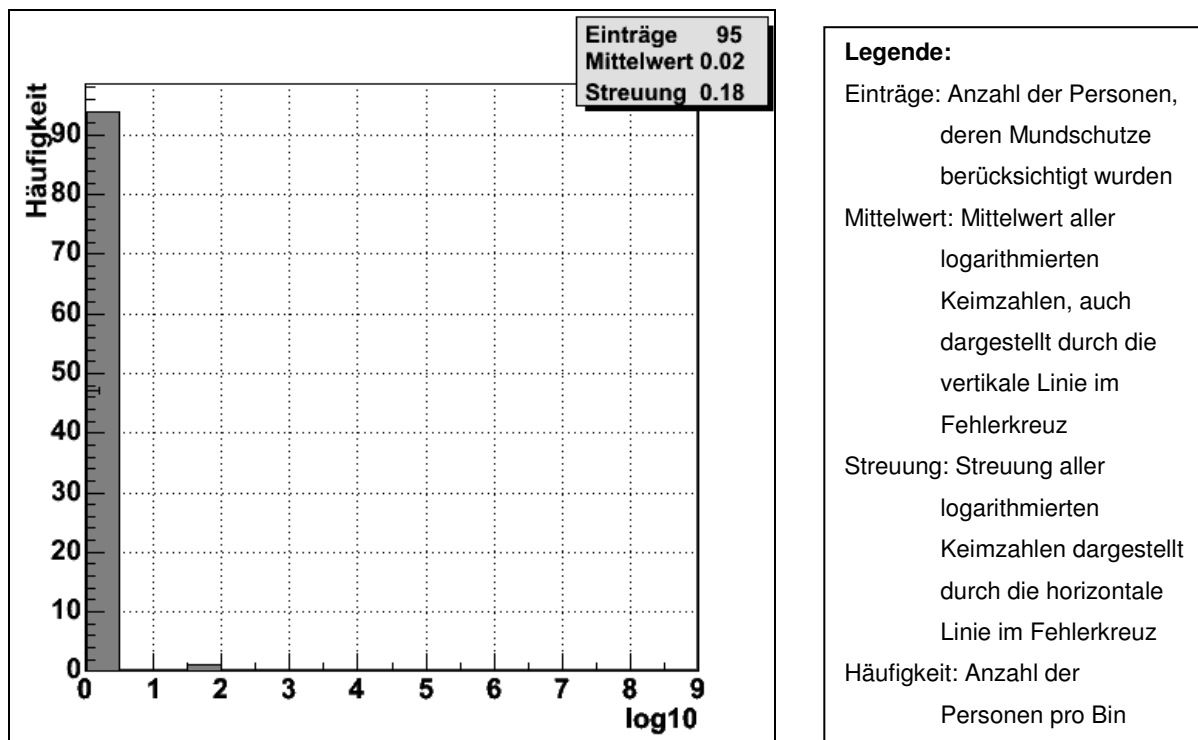


#### 4 Vergleich beider Betriebe

**Abbildung 43:** Verteilung der Keimzahlergebnisse der laktose-positiven Enterobakteriazeen der Mundschutze beider Betriebe



**Abbildung 44:** Verteilung der *E. coli*-Keimzahlergebnisse der Mundschutze beider Betriebe



## 5 Mikrobiologische Nährmedien

**Tabelle 37:** Nährmedien, Bestimmungssysteme und Verdünnungen

Medium	Verwendungszweck	Hersteller	Bestell-Nr.
Baird-Parker-Medium (BP)	Typische und atypische Staphylokokken	Oxoid	CM 0275 B
Plate-Count-Medium (PC)	Gesamtkeimzahl	Merck/VWR	1.05463
<i>E. coli</i> -Direkt-Medium (ECD)	<i>E. coli</i>	Merck/VWR	1.04038
Kristall-Violett-Neutralrot-Galle-Medium (VRB)	Enterobakteriazeen	Merck/VWR	1.01406
Roche Enterotube II	Klassifizierung Enterobakteriazeen	BBL	273176
Brain-Heart-Infusion	Anreicherung Staphylokokken	Oxoid	CM 225
Natrium-Chlorid	Verdünnungslösungen	Merck/VWR	1.06404.1000
Pepton aus Fleisch	Verdünnungslösungen	Merck/VWR	1.07214
Kaninchenserum-Koagulase-Plasma	Koagulase-Test auf koagulase-positive Staphylokokken	BBL	240826

# Danksagung

## Mein besonderer Dank gilt:

Herrn Professor Dr. Stolle für die Überlassung des interessanten Themas, die Bereitstellung des Arbeitsplatzes im mikrobiologischen Labor des Institutes und die Unterstützung bei der Planung der Beschaffung des Probenmaterials.

Frau Dr. Schalch für die aktive Unterstützung bei der Beschaffung der Proben und der Begutachtung der untersuchten Hackfleischproduktion, für die kompetente und freundliche Betreuung sowie die zügige Korrektur der Dissertation.

der Lebensmittelproduzierenden Firma, die Zentrum dieser Untersuchung war, für die Überlassung und Zusendung der Proben und Daten zum Schlacht- und Verarbeitungsbetrieb.

Frau Dietz, Frau Fendel, Frau Fitzek, Frau Kerschbamer und Frau Scheffler für die gründliche Einarbeitung in die Methoden der mikrobiologischen Untersuchung im Labor des Institutes für Lebensmittelhygiene.

der Firma Hele GmbH für die Zusendung diverser Mundschutzexemplare und Informationsmaterials zum Thema Mundschutz durch Herrn Fischer und Bereitstellung von Bildmaterial.

Frau Schmidt für die Durchsicht und ihre Ratschläge zur Erstellung des Literaturverzeichnisses.

der Firma Därr für eine flexible Arbeits- und Urlaubsplanung.

meinen Eltern für die Unterstützung während der Zeit des Studiums und der Dissertation, meinem Bruder für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung, Karla Schmidt in der Beek und besonders meinem Freund Frank für große Hilfsbereitschaft bei schwierigen und einfachen Softwareproblemen, das Durchlesen auch unappetitlicher Textstellen sowie Rat und Tat in allen Lebenslagen.



# Lebenslauf

Ronja Schmitt,

geboren am 14.Mai 1976 in Heidelberg

Eltern: Friedrich Schmitt (\* 3.1.1940), Diplomarchitekt

Hannelore Schmitt (\* 13.9.1944), Hausfrau

Geschwister: Lars Schmitt (\* 22.10.1966), Doktor der Physik

Anschrift: Baaderstrasse 42

80469 München

August 1982- Juli 1986 Besuch der Strahlenberger Grundschule in Schriesheim bei Heidelberg

August 1986- Juli 1995 Besuch des Kurpfalz-Gymnasiums Schriesheim

Oktober 1995- Oktober 2001 Studiums der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München

Oktober 1996 Vorphysikum

Oktober 1997 Physikum

Oktober 1998 1. Staatsexamen

April 2000 2. Staatsexamen

Oktober 2001 3. Staatsexamen

2. April 2002 Approbation als Tierärztin

Seit April 2002 Promotion am Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs der Tierärztlichen Fakultät